

Virpi Ojala, Åsa Enberg, R. Tapio Luttinen

Tieliikenteen palvelutason määrittäminen

Katsaus Euroopan maiden käytäntöihin

Tiehallinnon selvityksiä 55/2007

Virpi Ojala, Åsa Enberg, R. Tapio Luttinen

Tieliikenteen palvelutason määrittäminen

Katsaus Euroopan maiden käytäntöihin

Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 55/2007

Kannen kuva: Pauli Velhonoja

ISSN 1457-9871
ISBN 978-951-803-996-2
TIEH 3201080

Verkkojulkaisu pdf (www.tiehallinto.fi/julkaisut)
ISSN 1459-1553
ISBN 978-951-803-997-9
TIEH 3201080-v

Edita Prima Oy
2007



TIEHALLINTO
Asiantuntijapalvelut
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihte 0204 22 11

Virpi Ojala, Åsa Enberg, R. Tapio Luttinen: Tieliikenteen palvelutason määrittäminen. Katsaus Euroopan maiden käytäntöihin. Helsinki 2007. Tiehallinto, Asiantuntijapalvelut. Tiehallinnon selvityksiä 55/2007. 66 s. ISSN 1457-9871, ISBN 978-951-803-996-2, TIEH 3201080.

Asiasanat: tieliikenne, liikennevirta, palvelutaso, liikenteen tiedotus

Aiheluokka: 21

TIIVISTELMÄ

Tähän raporttiin on koottu nykykäytäntö palvelutason määrittämisestä ja mitareista Suomessa, Ruotsissa, Norjassa, Tanskassa, Saksassa, Sveitsissä, Alankomaissa ja Englannissa. Lisäksi on tarkasteltu, miten liikenteen sujuvuudesta tiedottaminen tienkäyttäjille on näissä maissa järjestetty.

Liikennevirtateoriassa palvelutasolla tarkoitetaan väylän ajo- ja liikkumisolosuhteiden laadullista luokitusta käyttäjän kannalta tarkasteltuna. Liikenteen sujuvuutta arvioidaan yhdellä tai useammalla palvelutasomittarilla. Palvelutasotarkastelujen perusteos maailmalla on amerikkalainen käsikirja *Highway Capacity Manual* (HCM), jonka uusin versio on vuodelta 2000. HCM-menetelmässä on määritelty kuusi palvelutasoluokkaa (A–F). Palvelutaso A kuvaa erittäin hyviä olosuhteita. Palvelutaso heikkenee asteittain luokkia alaspäin mentäessä. Palvelutasolla E liikenteen kysyntä lähestyy tarkasteltavan väylänosan välityskykyä. Palvelutaso F kuvaa erittäin huonoja, ruuhkautuneita olosuhteita, joissa kysyntä usein ylittää välityskyvyn. Palvelutasot on määritelty erikseen eri tietyypeille ja erilaisille tien osille.

Monilla mailla on omia käsikirjoja ja tietokoneohjelmistoja palvelutasotarkastelujen tekemiseen. Niistä useimmat perustuvat HCM:n menetelmiin, mutta malleja ja parametreja on muokattu paremmin vastaamaan kunkin maan kansallisia olosuhteita. Myös palvelutasomittarit ja -kriteerit vaihtelevat maittain.

Pohjoismaista Suomessa ja Norjassa käytettävät palvelutason arviointimenetelmät ovat perusideologialtaan HCM-menetelmän kaltaisia, mutta menetelmien yksityiskohdat ja parametrit perustuvat kansallisiin tutkimuksiin. Liikenneolojen laatua kuvataan HCM:n mukaisella palvelutasoluokituksella (A–F). Ruotsissa ei sen sijaan käytetä HCM:n luokitusta. Liikenteen sujuvuuden arviointi perustuu tien käyttösuhteeseen ja keskimääräiseen matkanopeuteen. Sujuvuutta arvioidaan kolmiportaisella luokituksella: hyvä, vähemmän hyvä, matala. Myöskään Tanskassa palvelutasolle ei ole määritelty luokkakriteerejä, vaan liikenteen sujuvuutta kuvataan tunnuslukujen avulla. Menetelmät sinänsä ovat HCM-menetelmän kaltaisia.

Saksassa käytössä on oma välityskykykäsikirja HBS 2001, jonka menetelmät perustuvat pääosin saksalaisiin tutkimuksiin. Liikennevirran laatua kuvataan HCM-käsikirjan tapaan kuusiportaisella asteikolla. Sveitsissä palvelutason määrittämisestä on omat norminsa ja menetelmät ovat hyvin paljon saksalaisten kaltaisia. Alankomaissa ei käytetä HCM-käsikirjan kaltaista palvelutasoluokitusta, mutta palvelun laadulle on asetettu määrälliset tavoitteet matka-ajan ja sen ennustettavuuden suhteen. Englannissa ei käytetä HCM:n mukaista palvelutasoon perustuvaa lähestymistapaa. Toimivuustarkastelut perustuvat empiirisiin tutkimuksiin ja ”käytännölliseen välityskykyyn” perustuviin suunnittelunormeihin.

Vertailu ei osoita välitöntä tarvetta menetelmien muuttamiseksi, kuitenkin olisi hyödyllistä tarkastella välityskyvyn satunnaisvaihtelun vaikutusta vuosittaisen palvelutasoihin ja matka-aikojen ennustettavuuteen.

Virpi Ojala, Åsa Enberg, R. Tapio Luttinen: Bestämning av vägtrafikens servicenivå i några europeiska länder. Helsingfors 2007. Vägförvaltningen, Expertenhets. Vägförvaltningens utredningar 55/2007. 66 s. ISSN 1457-9871, ISBN 978-951-803-996-2, TIEH 3201080.

Nyckelord: kapacitet, framkomlighet, trafikflödet

SAMMANFATTNING

Denna rapport sammanfattar nuvarande praxis angående bestämning av servicenivå och indikatorer för servicenivå i Finland, Sverige, Norge, Danmark, Tyskland, Schweiz, Nederländerna och England. Dessutom behandlas hur man har ordnat informationen om trafikens framkomlighet till trafikanterna.

Inom trafikflödesteorin avser man med servicenivå en kvalitativ klassificering av en trafikleds körförhållanden ur användarens synvinkel. Trafikens framkomlighet uppskattas med en eller flera servicenivåindikatorer. Huvudverket vad beträffar behandlingen av servicenivå är den amerikanska handboken *Highway Capacity Manual* (HCM), vars nyaste upplaga är från år 2000. I HCM har man definierat sex servicenivåklasser (A–F), som var och en motsvarar ett visst maximitrafikflöde (serviceflöde). Servicenivå A betecknar mycket goda körförhållanden. Servicenivån försämrar gradvis då man går nedåt i klasserna. På servicenivå E närmar sig trafikens efterfrågan ifrågavarande trafikleds kapacitet. Servicenivå F betecknar synnerligen dåliga körförhållanden och trafikstockningar, där efterfrågan ofta överskrider kapaciteten. Servicenivåerna är definierade skilt för olika vägtyper och olika delar av vägsträckorna.

Servicenivån definieras på olika sätt i olika länder. Många länder har egna handböcker och datorprogram för att göra servicenivåberäkningar. De flesta baserar sig på metoderna i HCM, men modellerna och parametrarna har omarbetats för att bättre motsvara varje lands nationella förhållanden. Även servicenivåindikatorerna och -kriterierna varierar från land till land.

Av de nordiska länderna är uppskattningsmetoderna för servicenivå i Finland och Norge till sin grundideologi likartade som HCM-metoden, men detaljerna och parametrarna baserar sig på nationella undersökningar. Kvaliteten på trafikförhållandena beskrivs med hjälp av en servicenivåklassificering enligt HCM (A–F). I Sverige använder man däremot inte HCM:s klassificering. Uppskattningen av trafikens framkomlighet baserar sig på vägens belastningsgrad och medelreshastighet. Framkomligheten bedöms enligt en klassificering i tre kvalitetsnivåer: god, mindre god, låg. Inte heller i Danmark har man definierat några klasskriterier, utan trafikens framkomlighet beskrivs med hjälp av vissa nyckeltal. Metoderna i sig är likartade som HCM-metoden.

I Tyskland använder man en egen kapacitetshandbok HBS 2001, vars metoder i huvudsak baserar sig på tyska undersökningar. Trafikflödets kvalitet beskrivs i stil med HCM-handboken med en skala i sex steg. I Schweiz har man egna normer för att bestämma servicenivå och metoderna är mycket lika de tyska. I Nederländerna använder man inte en likartad servicenivåklassificering som i HCM, men man har uppställt kvantitativa mål för servicens kvalitet angående restiden och dess förutsägbarhet. I England använder man inte servicenivå på samma sätt som i HCM. Funktionsdugligheten beskrivs med hjälp av empiriska undersökningar och planeringsnormer som baserar sig på "praktisk kapacitet".

En jämförelse av de olika metoderna pekar inte på ett omedelbart behov att ändra de finländska metoderna. Däremot rekommenderas att man i Finland enligt tysk och nederländsk modell borde undersöka hur den slumpmässiga variationen hos kapaciteten inverkar på servicenivån och restidernas förutsägbarhet på årsnivå.

Virpi Ojala, Åsa Enberg, R. Tapio Luttinen: [Determination of road traffic level of service in some European countries. Helsinki 2007. Finnish Road Administration. Finnra Reports 55/2007. 66 p. ISSN 1457-9871, ISBN 978-951-803-996-2, TIEH 3201080.

Keywords: capacity, level of service

SUMMARY

This report summarizes current practice regarding determination of road traffic level of service (LOS) and LOS measures in Finland, Sweden, Norway, Denmark, Germany, Switzerland, the Netherlands, and England. In addition, the report includes a review of how road user information about traffic performance is arranged in each country.

In traffic flow theory level of service stands for a quality classification of the operational conditions on a transport facility from the road user point of view. Traffic performance is estimated using one or several service measures. The fundamental handbook regarding level of service is the U.S. Highway Capacity Manual (HCM) of which the newest edition is from the year 2000. In HCM 2000 six level of service classes are defined, each corresponding to a certain service flow rate. LOS A represents very good operational conditions. The level of service is worsening step by step when going down in the classes. On LOS E traffic demand is approaching the capacity for the transport facility in question. LOS F represents very poor operational conditions and congestions, where demand often exceeds capacity. Level of service is determined for different types of facilities.

Level of service is defined in different ways in different countries. Many countries have their own handbooks and computer software for LOS calculations. Most of them are based on the methods in HCM, but the models and parameters are adjusted to better correspond to national conditions in each country. The LOS measures and LOS criteria also vary from one country to another.

Of the Nordic countries the basic ideology of the LOS methods in Finland and Norway are very like the HCM methods, but the details and parameters are based on national research. The quality of the operational conditions is described with a LOS classification like the one in HCM (A–F). In Sweden, on the contrary, the HCM classification is not used. The estimation of the traffic performance is based on volume-capacity ratio and mean travel speed. The traffic performance is determined according to a three level classification system: good, less good, poor. In Denmark no class criteria are defined either, but performance is described with some key characteristics. As such the methods are much alike the method in HCM.

In Germany they have a capacity handbook of their own (HBS 2001), the methods of which mainly are based on German research. The quality of the traffic flow is described on a HCM-wise scale with six steps. In Switzerland own standards are used to determine the level of service and the methods are very much like the German ones. In the Netherlands the HCM-like level of service classification is not used, but quantitative goals for level of service regarding travel time and the predictability of it are determined. In England the HCM approach of level of service is not used. The operational conditions are described by means of empirical studies and planning standards based on "practical capacity".

A comparison of the different methods indicated no immediate need for changing the Finnish methods. Instead it is recommended that in Finland, like in Germany and the Netherlands, research should be conducted on how the random variation in capacity affects the level of service and the predictability of the travel times on an annual level.

ESIPUHE

Tieliikenteen palvelutaso määritysmenetelmät poikkeavat toisistaan eri maissa. Tähän raporttiin on koottu nykykäytäntö palvelutason määrittämisestä ja mittareista Suomessa, Ruotsissa, Norjassa, Tanskassa, Saksassa, Sveitsissä, Alankomaissa ja Englannissa.

Muistio on laadittu Tiehallinnon toimeksiannosta Teknillisen korkeakoulun liikennelaboratoriossa. Toimeksiannon määrittelystä on vastannut ja tilaajan yhdysmiehenä on toiminut dipl.ins. Pauli Velhonoja. TKK:lla muistion laatimiseen osallistuivat dipl.ins. Virpi Ojala, laboratorioinsinööri Åsa Enberg ja ma. prof. Tapio Luttinen.

Helsingissä lokakuussa 2007

Tiehallinto
Asiantuntijapalvelut

Sisältö

1	JOHDANTO	11
1.1	Palvelutason määrittely	11
1.2	Selvityksen taustaa	12
2	SUOMI	13
2.1	Palvelutasokäsite	13
2.2	Palvelutason määrittämismenetelmä	13
2.3	Mitoittava liikennetilanne ja palvelutasotavoitteet	14
2.4	Palvelutasomittarit ja -kriteerit	14
2.5	Liikennetiedotus	20
3	RUOTSI	22
3.1	Palvelutasokäsite	22
3.2	Palvelutason määrittämismenetelmä	22
3.3	Mitoittava liikennetilanne ja palvelutasotavoitteet	22
3.4	Palvelutasomittarit ja -kriteerit	23
3.5	Liikennetiedotus	26
4	NORJA	28
4.1	Palvelutasokäsite	28
4.2	Palvelutason määrittämismenetelmä	28
4.3	Mitoittava liikennetilanne ja palvelutasotavoitteet	28
4.4	Palvelutasomittarit ja -kriteerit	31
4.5	Liikennetiedotus	33
5	TANSKA	35
5.1	Palvelutasokäsite	35
5.2	Palvelutason määrittämismenetelmä	35
5.3	Mitoittava liikennetilanne ja palvelutasotavoitteet	36
5.4	Palvelutasomittarit ja -kriteerit	36
5.5	Liikennetiedotus	38
6	SAKSA	40
6.1	Palvelutasokäsite	40
6.2	Palvelutason määrittämismenetelmä	40
6.3	Mitoittava liikennetilanne ja palvelutasotavoitteet	40
6.4	Palvelutasomittarit ja -kriteerit	41
6.5	Liikennetiedotus	45

7	SVEITSI	46
7.1	Palvelutasokäsite	46
7.2	Palvelutason määrittämismenetelmä	46
7.3	Mitoittava liikennetilanne ja palvelutasotavoitteet	46
7.4	Palvelutasomittarit ja -kriteerit	47
7.5	Liikennetiedotus	51
8	ALANKOMAAT	53
8.1	Palvelutasokäsite, mitoittava liikennetilanne ja palvelutasotavoitteet	53
8.2	Palvelutason määrittämismenetelmä, palvelutasomittarit ja -kriteerit	54
8.3	Liikennetiedotus	55
9	ENGLANTI	56
9.1	Palvelutasokäsite ja palvelutason määrittämismenetelmä	56
9.2	Mitoittava liikennetilanne, palvelutasotavoitteet, palvelutasomittarit ja -kriteerit	56
9.3	Liikennetiedotus	59
10	PÄÄTELMIÄ	60
11	LÄHDELUETTELO	62

1 JOHDANTO

1.1 Palvelutason määrittely

Liikenne- ja tietekniikassa palvelutaso on käsitteenä edelleen jossakin määrin epämääräinen. Eri tahot, kuten tienkäyttäjät, tienpitäjät, suunnittelijat, media ja poliittiset päättäjät, käyttävät käsitettä hieman eri merkityksissä. Palvelutasoa tarkastellaan myös eri kulkumuotojen, eri tienkäyttäjäryhmien tai erilaisten liikenneympäristöjen kannalta. Käsitteellä on siis monia ulottuvuuksia, ja sitä voidaan tarkastella monista eri näkökulmista. Esimerkiksi Nevala ym. (2003) ovat jakaneet palvelutasokäsitteen kolmeen eri näkökulmaan: poliittisia tavoitteita kuvaavaan yhteiskunnalliseen palvelutasoon, väyläoloja kuvaavaan tekniseen palvelutasoon sekä tienkäyttäjien kokemaan palvelutasoon. Myöskään palvelutasokäsitteeseen liittyvä muu terminologia ei ole kovin vakiintunutta. Palvelutason rinnalla puhutaan sujuvuudesta, liikennöitävyydestä, tavoitettavuudesta, luotettavuudesta, toimintavarmuudesta jne., mutta termien sisältö vaihtelee lähteestä riippuen. Tässä selvityksessä tarkastellaan tieliikenteen palvelutasoa teknisestä näkökulmasta.

Liikennevirtateoriassa **palvelutasolla** (*level of service*) tarkoitetaan väylän ajo- ja liikkumisolosuhteiden laadullista luokitusta käyttäjän kannalta tarkasteltuna. Palvelutasoluokkia on yleensä kuusi (A–F). Palvelutaso A kuvaa erittäin hyviä olosuhteita. Palvelutaso heikkenee asteittain luokkia alaspäin mentäessä. Palvelutasolla E liikenteen kysyntä lähestyy tarkasteltavan väyläosan välityskykyä. Palvelutaso F kuvaa erittäin huonoja, ruuhkautuneita olosuhteita, joissa kysyntä ylittää välityskyvyn.

Palvelutasot määritellään erikseen eri tietyypeille ja erilaisille tien osille. Tällöin käytetään yhtä tai useaa mittaria, joista yleisimpiä ovat seuraavat.

- **Matkanopeus** on kuljetun matkan pituuden ja siihen käytetyn ajan osamäärä (yleensä km/h). Sen käänteisluku, *hitaus*, osoittaa matkustamiseen kuluvan ajan matkan pituusyksikköä kohden (yleensä min/km).
- **Liikennetiheys** tarkoittaa tieosuudella olevien liikenneyksiköiden lukumäärää tien pituusyksikköä kohden (yleensä ajon/km). Liikennetiheys ilmoitetaan yleensä kullekin kaistalle erikseen.
- **Seuranta-aikaosuus** osoittaa, kuinka suuren osan ajasta kaksikaistaisen tien ajoneuvot keskimäärin seuraavat edellä ajavaa ajoneuvoa kykenemättä ohittamaan. Seuranta-aikaosuus voidaan määrittää joko molemmille kaistoille yhdessä tai kummallekin kaistalle erikseen.
- **Käyttösuhde** on liikenteen kysynnän ja välityskyvyn osamäärä. Liikenteen kysynnällä tarkoitetaan sitä liikennemäärää, joka vallitsisi, jos ruuhkautumisen aiheuttamat viipeet eliminoidaisiin liikennelaskennoista. *Välityskyky* tarkoittaa suurinta liikenneyksiköiden määrää, jonka väylä tai sen osa voi välittää vallitsevissa tie-, liikenne-, sää-, ja keliolosuhteissa aikayksikössä. (Luttinen ym. 2005.)
- **Ohjausviive** tarkoittaa liittymän ohjauksesta (kärkikolmio, stop-merkki, liikennevalot) liikenneyksiköille aiheutuvaa viivettä. Se sisältää hidastamisesta ja kiihdyttämisestä aiheutuvan viipeen mutta ei liittymän geometriasta aiheutuvaa viivettä.

1.2 Selvityksen taustaa

Palvelutasotarkasteluja käytetään uusien suunniteltavien väylien liikenneteknisessä mitoituksessa sekä olemassa olevien väylien toiminnallisessa analyysissä esimerkiksi parantamistarpeiden selvittämiseksi. Väylän liikenneteknisellä mitoituksella tarkoitetaan väylän geometrian määrittelyä siten, että liikenteen palvelutasolle asetetut tavoitteet täyttyvät. Tarkasteltavia suureita ovat mm. kaistamäärä, kaistaleveys, mäkisyys, ohituskieltojen osuus ja liittymätyyppi. Väylien suunnittelussa välityskyky ei kuitenkaan voi olla ainoa mitoituskriteeri, sillä ruuhkautumista vastaan tulee aina olla tiettyä varmuutta ja jo välityskykyä alhaisemmillä liikennemäärillä liikkuminen alkaa muuttua hitaaksi ja pakkotahtiseksi. Toisaalta myös välityskyvyn riittävyys turvaaminen kaikissa mahdollisissa tilanteissa saattaa olla taloudellisesti perustettonta. (Luttinen ym. 2005.) Nykyisin tietoa väylien palvelutasosta tarvitaan myös annettaessa tienkäyttäjille tietoa liikenneverkon tilasta ja liikenteen sujuvuudesta esimerkiksi liikenteen tiedotuspalveluissa Internetissä.

Palvelutasomittareiden tulee vastata käyttäjien käsitystä liikennevirran laadusta. Niiden tulee myös olla helposti mitattavia ja yhteensopivia muiden väylä- ja liittymätyyppien palvelutasomittareiden kanssa. Mittareiden tulee kuvata sekä ruuhkautunutta että ruuhkautumatonta liikennetilannetta. Palvelutasotarkastelujen tulee lisäksi tuottaa tunnuslukuja turvallisuutta, taloutta ja ympäristövaikutuksia koskevia analyysejä varten. (Luttinen ym. 2005.)

Eri maissa palvelutaso määritetään eri tavoin. Palvelutasotarkastelujen perusteos maailmalla on amerikkalainen *Highway Capacity Manual* eli HCM, josta uusin versio on vuodelta 2000. Monilla mailla on omia käsikirjoja ja tietokoneohjelmistoja palvelutasotarkastelujen tekemiseen. Niistä useimmat perustuvat HCM:n menetelmiin, mutta esimerkiksi palvelutasomittareita, palvelutasojen luokkarajoja, mallien parametreja ja korjaustekijöitä on muokattu paremmin vastaamaan kunkin maan kansallisia olosuhteita. Myös väylien suunnittelussa käytettävät mitoittavat liikennetilanteet vaihtelevat maittain.

Tähän muistioon on koottu nykykäytäntö palvelutason määrittämisestä ja mittareista Suomessa, Ruotsissa, Norjassa, Tanskassa, Saksassa, Sveitsissä, Alankomaissa ja Englannissa. Sovellusesimerkkinä on lisäksi tarkasteltu, miten liikenteen sujuvuudesta tiedottaminen tienkäyttäjille on näissä maissa järjestetty. Menetelmäkuvaukset perustuvat suppeaan kirjallisuusselvitykseen ja asiantuntijakontakteihin. Pohjoismaisista menetelmistä saatiin tietoa 4.–5. syyskuuta 2006 Kööpenhaminassa järjestetyssä NORDKAP-seminaarissa, jossa keskusteltiin palvelutaso-käsitteen sisällöstä, palvelutason mittaamismenetelmistä ja käyttösovelluksista. Pohjoismainen NORDKAP-yhteistyö (NORDiskt KAPacitetssamarbete) on käynnistynyt vuonna 1996, ja tarkoituksena on Pohjoismaissa käytettävien välityskyvyn ja palvelutason laskentamenetelmien vertailu sekä T&K-toiminnan ja kansallisten välityskykykäsikirjojen laadinnan koordinointi.

2 SUOMI

2.1 Palvelutasokäsite

Tekniseltä kannalta tarkasteltaessa liikenteen palvelutaso -käsite on Suomessa käytössä siinä merkityksessä kuin se on esitetty HCM2000-käsikirjassa (TRB 2000):

"Palvelutaso on laadun mittari, joka kuvaa liikennevirran toiminnallisia olosuhteita sellaisten tekijöiden kuten nopeuden, matka-ajan, toimintojen suorittamisen vapauden, liikenteen häiriöiden, mukavuuden ja miellyttävyyden avulla."

Suomessa tien teknisestä palvelutasosta puhuttaessa käytetään usein myös termiä sujuvuus, joka on välityskyvyn käyttöön liittyvä käsite ja kuvaa vapaiden liikkumisolosuhteiden suhdetta toteutuneisiin olosuhteisiin. Tekijät, kuten matkanopeus, matkan kesto, ruuhkautumisen aste ja liikenteen ohjausratkaisut, sisältyvät sujuvuuskäsitteeseen. Toimivuudella puolestaan tarkoitetaan järjestelmän suoriutumista sille tarkoitetussa käytössä. Se on siten käsitteenä yleispiirteisempi kuin sujuvuus ja palvelutaso. (Nevala ym. 2003, RIL 2005.)

Suomessa on myös tehty tutkimuksia palvelutasokäsitteen sisällöstä (mm. Nevala ym. 2003). Tiehallinnossa on viime aikoina selvitetty esimerkiksi tienkäyttäjien kokemaa palvelutasoa ja sen suhdetta tienpidossa käytettyihin teknisiin mittareihin (Forsblom ym. 2006). Liikenne- ja viestintäministeriössä on juuri valmistunut Liikenne 2030 -strategiatyö, jonka yhteydessä on myös pohdittu liikenteen palvelutason nykytilaa käyttäjien näkökulmasta (Liikenne 2030 johtoryhmä 2006). Työ jatkuu toimeenpanosuunnitelman laatimisella (Liikenne- ja viestintäministeriö 2007).

2.2 Palvelutason määrittämismenetelmä

Suomessa nykyisin käytettävät palvelutason määrittämismenetelmät perustuvat amerikkalaisessa HCM2000-käsikirjassa esitettyihin menetelmiin. Liikenneolojen laatua kuvataan HCM2000-käsikirjan mukaisella palvelutasoluokituksella (A–F). Menetelmää on kehitetty Suomen olosuhteisiin paremmin soveltuvaksi (Luttinen ym. 2005, RIL 2005, Luttinen 2004, Luttinen ja Nevala 2002, Luttinen 2001).

Tien linjaosuuksien palvelutasolaskelmat tehdään käytännössä Tiehallinnon IVAR-ohjelmistolla (Investointihankkeiden vaikutusten arviointiohjelmisto), joka sisältää Suomen oloihin sovitettut HCM2000-mallit. Liittymien palvelutasotarkasteluissa käytetään myös ruotsalaista CAPCAL-ohjelmistoa, jonka tärkeimmät raja-arvot on mukautettu suomalaisiin oloihin (RIL 2005).

IVAR-ohjelmisto on tarkoitettu tiehankkeiden suunnittelun apuvälineeksi eri suunnitteluvaiheissa. Ohjelmistolla voidaan laskea tieverkon tilaa kuvaavia tunnuslukuja eri vuosina ja tarkastella suunnitteilla olevien toimenpiteiden vaikutuksia. Tuloksia käytetään hyväksi tiehankkeiden toteuttamista koskevassa päätöksenteossa. IVAR-ohjelmiston avulla voidaan myös laskea tarkasteltavan tieverkon koko vuoden liikennesuorituksen jakautuminen eri pal-

velutasoluokkiin. Luokkien A–C tulokset esitetään yhteenlaskettuina, muiden luokkien tulokset erikseen. E ja F-luokkien tulokset kuvaavat huonon palvelutason osuutta koko suoritteesta, jolloin ongelmien laajuus selviää paremmin kuin pelkästään huipputuntien palvelutasoja tarkastelemalla. (Tiehallinto 2003.)

2.3 Mitoittava liikennetilanne ja palvelutasotavoitteet

Suomessa tiensuunnittelussa mitoitusvuosi on yleensä 20 vuotta tien avaamisesta liikenteelle. Poikkeuksellisen kalliita kohteita suunniteltaessa (tunnelit ja kalliit sillat) mitoituksen riittävyys tarkistetaan pitemmälle käyttöiälle (50–60 vuotta). Vastaavasti pienehköissä parannustoimenpiteissä mitoitusikä voi olla lyhyempi (10–15 vuotta). (RIL 2005.)

Mitoittava tuntiliikennemäärä valitaan tapauskohtaisesti tieluokan, väylän sijainnin ja suunniteltavan investoinnin luonteen perusteella. Tavallisimmin mitoittavana tuntina käytetään mitoitusvuoden 50., 100. tai 300. vilkkainta tuntia. Esimerkiksi maaseudun pääteillä 100. tunti on noin 12 % keskimääräisestä vuorokausiliikenteestä. Välituskäy- ja palvelutasotarkasteluja varten on erittäin tärkeää tuntea myös liikenteen suuntajakauma mitoittavan tunnin aikana. (RIL 2005.)

Palvelutason suhteen ei ole kiinteitä vaatimuksia, mutta yleensä maaseudulla pyritään palvelutasoon C ja kaupungeissa palvelutasoon D–E. (Velhonoja 2006.) Yleisesti ottaen mitoitus perustuu vaihtoehtojen yhteiskuntataloudelliseen edullisuusvertailuun. Liikennevirran sujuvuus arvioidaan yhtenä vaikuttavana tekijänä ja näkyy laskelmissa esimerkiksi ajokustannuksissa.

Liikenteen sujuvuuden kehittymistä seurataan jatkuvasti. Vuodesta 1992 alkaen ajonopeuksien seuranta on perustunut teiden varsille sijoitettujen kiinteiden liikenteen automaattisten mittausasemien (LAM-asemien) tekemiin havaintoihin ajoneuvojen nopeuksista. Nykyisin LAM-asemilta saadut nopeustiedot kerätään erilliseen nopeustietokantaan. Nopeuksien kehityksestä pääteillä julkaistaan myös säännöllisesti raportteja. (Kangas 2006). Myös kaupunkiseuduilla seurataan liikenteen sujuvuuden kehittymistä säännöllisillä matka-aika- ja -nopeustutkimuksilla mm. kelluvan auton menetelmällä (esim. YTV 2006).

2.4 Palvelutasomittarit ja -kriteerit

Yleistä

Suomessa käytettävät HCM2000-käsikirjan mukaiset palvelutasomittarit tieverkon eri osilla on koottu taulukkoon 1. Teiden linjaosuuksien sekä liittymien palvelutason määrittämismenetelmästä on kerrottu tarkemmin alla.

Taulukko 1. Palvelutasomittarit Suomessa (RIL 2005, TRB 2000).

Tietyyppi tai tien osa	Palvelutasomittarit
Moottoritiet linjaosuus rampit sekoittumisalueet	liikennetiheys liikennetiheys liikennetiheys
Muut kaksiajorataiset tiet	liikennetiheys
Kaksikaistaiset tiet	seuranta-aikaosuus keskimääräinen matkanopeus
Kadut	keskimääräinen matkanopeus
Tasoliittymät	ohjausviive (ajoneuvot) odotusaika (jalankulkijat ja pyöräilijät)
Jalankulkukäytävät	käytössä oleva tila
Pyörätiet	ohitus- ja kohtaamistapahtumien määrä

Moottoriteiden ja muiden monikaistaisten teiden linjaosuudet

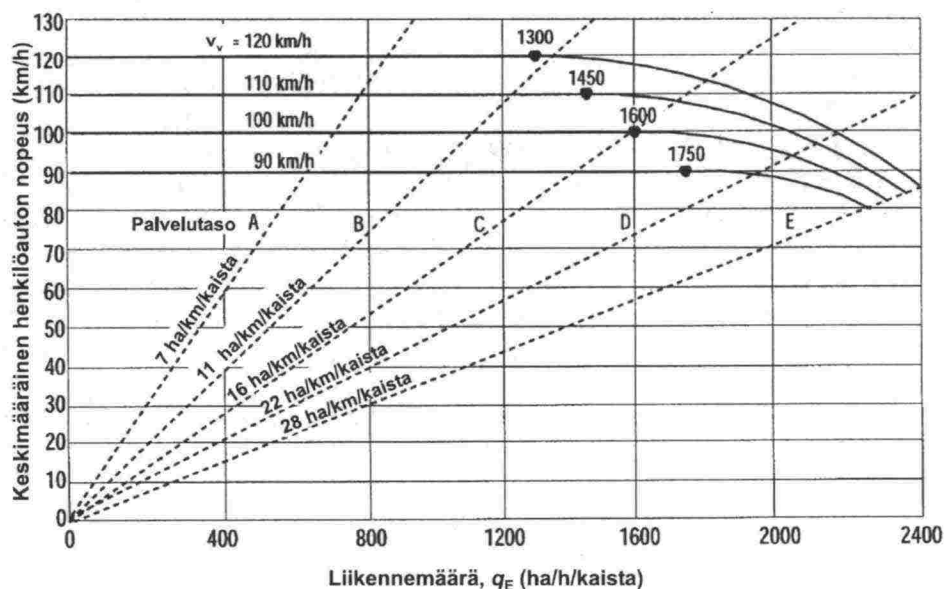
Moottoriteiden linjaosuuksilla varsinaisena palvelutasomittarina on *liikennetiheys*. Tietyllä palvelutasolla liikennetiheys saa olla korkeintaan *taulukossa 2* annettu maksimi. Taulukon nopeus- ja liikennemääräarvot ovat puolestaan seurausta kyseisestä liikennetiheydestä. Sekä liikennetiheyden, liikennemäärän että välityskyvyn käyttösuhteen (liikennemäärän suhde välityskykyyn) ajoneuvomäärät on ilmoitettu henkilöautoina. Välityskyky on maksimissaan 2 400 ha/h/kaista. (Luttinen ym. 2005.)

Palvelutaso määritetään ajosuunnittain. Koko poikkileikkauksen palvelutaso määräytyy vilkkaamman suunnan palvelutason perusteella (RIL 2005).

Taulukko 2. Palvelutasokriteerit moottoriteiden linjaosuuksilla (Luttinen ym. 2005).

Vapaa nopeus (km/h)	Kriteeri	Palvelutaso				
		A	B	C	D	E
120	Maksimitiheys (ha/km/kaista)	7	11	16	22	28
	Miniminopeus (km/h)	120,0	120,0	114,6	99,6	85,7
	Maksimikäyttösuhte	0,35	0,55	0,77	0,92	1,00
	Maksimiliikennemäärä (ha/h/kaista)	840	1320	1840	2200	2400
110	Maksimitiheys (ha/km/kaista)	7	11	16	22	28
	Miniminopeus (km/h)	110,0	110,0	108,5	97,2	83,9
	Maksimikäyttösuhte	0,33	0,51	0,74	0,91	1,00
	Maksimiliikennemäärä (ha/h/kaista)	770	1210	1740	2135	2350
100	Maksimitiheys (ha/km/kaista)	7	11	16	22	28
	Miniminopeus (km/h)	100,0	100,0	100,0	93,8	82,1
	Maksimikäyttösuhte	0,30	0,48	0,70	0,90	1,00
	Maksimiliikennemäärä (ha/h/kaista)	700	1100	1600	2065	2300
90	Maksimitiheys (ha/km/kaista)	7	11	16	22	28
	Miniminopeus (km/h)	90,0	90,0	90,0	89,1	80,4
	Maksimikäyttösuhte	0,28	0,44	0,64	0,87	1,00
	Maksimiliikennemäärä (ha/h/kaista)	630	990	1440	1955	2250

HCM2000-menetelmässä moottoritien palvelutason määrittäminen etenee siten, että tutkittavalle tieosuudelle lasketaan ns. vapaa nopeus ja henkilöautoekvivalentti liikennemäärä. Vapaalla nopeudella tarkoitetaan henkilöautojen keskinopeutta, kun liikennemäärä on pieni tai kohtalainen (korkeintaan 1 300 ajon/h/kaista). Jos kenttämittaukset eivät ole mahdollisia, vapaa nopeus voidaan arvioida valmiiden estimaattien avulla. Vapaalle nopeudelle on määritetty perusarvo ihanneolosuhteissa, ja tätä arvoa korjataan kulloisistakin olosuhteista aiheutuvilla korjaustekijöillä (kaistaleveys, sivueste-etäisyys, kaistamäärä ja eritasoliittymätiheys). Henkilöautoekvivalentti liikennemäärä lasketaan tien liikennemäärän, huipputuntikertoimen, kaistojen lukumäärän, raskaiden ajoneuvojen osuuksien, maastotyyppin ja kuljettajapopulaation avulla. Henkilöautojen keskimääräinen matkanopeus voidaan määrittää henkilöautoekvivalentti liikennemäärän ja vapaan nopeuden perusteella. Ekvivalentti liikennetiheys (ha/km/kaista) saadaan ekvivalentin liikennemäärän ja henkilöautojen keskimääräisen matkanopeuden osamääränä. Palvelutaso määritetään liikennetiheyden avulla *kuvasta 1*. (Luttinen ym. 2005, TRB 2000.)



Kuva 1. Palvelutason määrittäminen moottoritien linjaosuudella (Luttinen ym. 2005).

Tiehallinnon IVAR-ohjelma käyttää keskimääräisen matkanopeuden laske-
misessa HCM-menetelmästä hieman poikkeavaa nopeusmallia. Menetelmä
on esitetty Tieliikenteen ajokustannukset 2000 -julkaisussa (ks. myös Risti-
kartano ja Ristikartano 2007). IVAR-ohjelmassa vapaa nopeus määritetään
tien nopeusrajoituksen ja päällysteen leveyden avulla. Keskimääräinen mat-
kanopeus saadaan laskettua vähentämällä vapaasta nopeudesta tien geo-
metrian, liikennemäärän ja liittymätiheyden aiheuttama nopeusalenema. (RIL
2005.)

Muiden monikaistaisten teiden osalta palvelutason määrittämismenetelmä
on lähes vastaava kuin edellä kuvattu moottoriteiden palvelutason määrittä-
mismenetelmä, mutta osa laskentamallien parametreista on erilaisia. *Taulu-*
kossa 3 on esitetty sekä HCM2000-käsikirjan mukaiset arvot että Tiehallin-

non IVAR-ohjelmiston käyttämät rajat eri palvelutasoille monikaistaisilla teillä. (RIL 2005.)

Taulukko 3. Palvelutasokriteerit monikaistaisen teiden linjaosuuksilla (RIL 2005).

Palvelutaso	Liikennetiheyden maksimi HCM2000 mukaan [hay/km/kaista]	Liikennetiheyden maksimi IVAR-ohjelmiston mukaan [ajon/km/kaista]
A	7	7
B	11	11
C	16	16
D	22	22
E	25–28*	27 (taajamissa) 28 (maaseudulla)
F	> 25–28*	>27–28

* arvo riippuu vapaiden ajoneuvojen nopeudesta:

100 km/h = 25 hay/km/kaista, 90 km/h = 26 hay/km/kaista

80 km/h = 27 hay/km/kaista, 70 km/h = 28 hay/km/kaista

Kaksikaistaiset tiet

HCM2000-käsikirjassa kaksikaistaisen tien palvelutasomittareina käytetään:

- *seuranta-aikaosuutta* (*percent time spent following*), joka tarkoittaa sitä osuutta matka-ajasta, jonka autoilijat ajavat jonossa toisten viivytämänä voimatta ohittaa edellä ajavaa ajoneuvoa.
- *keskimääräistä matkanopeutta*, joka on tieosuuden pituuden ja sen kulkemiseen keskimäärin käytetyn ajan osamäärä. (Luttinen ym. 2005.)

Kaksikaistaisilla teillä palvelutason määrittämiseksi ei ole välttämätöntä laskea tien välityskykyä. Kaksikaistaisen tien välityskyky on HCM2000:n mukaan maksimissaan 3 200 ajon/h molempiin suuntiin yhteensä. Suuntajakauma on tällöin 50/50. Vilkkaamman suunnan liikennemäärä voi kuitenkin olla enintään 1 700 ajon/h. (Luttinen ym. 2005.)

Seuranta-aikaosuuden selvittämiseksi tarvitaan tietoja tien poikkileikkauksesta, nopeusrajoituksesta, ohituskieltojen osuudesta, pientareiden leveydestä, raskaiden ajoneuvojen osuudesta ja molempien ajosuuntien liikennemääristä. Näiden lisäksi seuranta-aikaosuuteen vaikuttaa kaistaleveys lähinnä leveäkaistaisilla teillä sekä mahdolliset lisäkaistat. Koska seuranta-aikaosuuden mittaaminen on työlästä, korvaavana mittarina käytetään jonoprosenttia. Jonossa ajaviksi tulkitaan ajoneuvot, joiden aikaväli edessä ajavaan ajoneuvoon on korkeintaan kolme sekuntia. Jonoprosentti lasketaan matemaattisella mallilla, jossa eri olosuhdetekijöiden vaikutus otetaan huomioon. (Luttinen ym. 2005, RIL 2005.)

Keskimääräisen matkanopeuden määrittämiseksi tarvitaan tietoja tien poikkileikkauksesta, nopeusrajoituksesta, liikennemääristä molempiin ajosuuntiin, raskaiden ajoneuvojen osuudesta, ohituskieltojen osuudesta, liittymätiheydestä sekä maastotyyppistä. Ensin määritetään henkilöautojen vapaa nopeus. Kulloistenkin olosuhteiden vaikutus nopeuteen otetaan huomioon erilaisten mallien ja korjaustekijöiden avulla. (Luttinen ym. 2005, RIL 2005.)

Palvelutaso määritetään kummallekin ajosuunnalle erikseen jonoprosentin perusteella *taulukon 4* avulla ja keskimatkanopeuden perusteella *taulukon 5* avulla. Ajosuunnan palvelutaso on näin määritetyistä palvelutasosta alhaisempi. Koko tieosuuden palvelutaso määräytyy aina sen ajosuunnan mukaan, jonka palvelutaso on huonompi. (Luttinen ym. 2005, RIL 2005.)

Taulukko 4. Jonoprosentin maksimiavot kaksikaistaisilla teillä eri palvelutasoilla Suomessa (Luttinen ym. 2005, RIL 2005).

Toiminnallinen luokka	Maksimiavot (%)				
	A	B	C	D	E
Valtatie	25	40	55	70	80
Kantatie	25	40	55	70	80
Seututie	30	45	60	75	80
Yhdystie	35	50	65	80	85
Muu tie tai katu	35	50	65	80	85

Taulukko 5. Keskimatkanopeuden minimiavot kaksikaistaisilla teillä eri palvelutasoilla Suomessa (Luttinen ym. 2005, RIL 2005).

Tieluokka	Nopeusrajoitus (km/h)	Minimiavot (km/h)				
		A	B	C	D	E
Maaseudun päätiet	60	60	55	50	45	40
	80	75	70	65	60	50
	100	90	85	80	75	60
Alemman luokan tiet ja kadut	40	30	28	26	23	20
	50	40	37	34	30	25
	≥ 60	50	45	40	35	30

Suomessa palvelutasotarkastelua täydennetään usein laskemalla palvelutason täyttymisaste eli määritetään kuinka lähellä ko. palvelutason rajoja ollaan. Täyttymisaste on palvelutason alarajalla nolla ja ylärajalla 100 %. Täyttymisaste määritetään vain ensisijaisen palvelutasokriteerin perusteella (kaksikaistaisilla teillä seuranta-aikaosuus). Jos palvelutaso määräytyy toissijaisen kriteerin perusteella (matkanopeus), saa täyttymisaste arvon 0 %. (RIL 2005.)

Liittymät

Suomessa liittymien palvelutason ensisijaisena mittarina on *ohjausviive*. Valo-ohjauksettomissa liittymissä se tarkoittaa väistämisvelvollisuudesta ja mahdollisesta pakollisesta pysäyttamisestä aiheutunutta keskimääräistä viivettä ja valo-ohjauksissa liittymissä valo-ohjauksesta ja siihen liittyvistä väistämissäännöistä aiheutuvaa lisäaikaa verrattuna tilanteeseen, jossa ajoneuvon ei tarvitse pysähtyä tai hidastaa valo-ohjauksen tai väistämisvelvollisuuden johdosta. Ohjausviive sisältää sekä pysähdyksistä että hidastuksista ja kiihdytyksistä aiheutuvat viiveet, mutta se ei sisällä geometrista viivettä eli liittymän geometriasta johtuvaa tarvetta hidastaa nopeutta. (RIL 2005.)

Valo-ohjauksettomissa liittymissä välityskyky ja palvelutaso määritetään kul-
lekin väistämisvelvollisen liikennevirran (sivuvirran) kaistalle erikseen. Ensin
määritellään väistämissuhteet hierarkkisina tasoina. Välityskyvyn määrittä-
minen perustuu kriittisen aikavälin menetelmään, jossa välityskyky lasketaan
päävirtojen aikavälijakauman sekä sivuvirran kriittisen aikavälin ja purkautu-
misaikavälin perusteella. Aluksi määritetään sivuvirran perusvälityskyky, jo-
hon sitten tehdään kulloisistakin olosuhteista johtuvia korjauksia (jalankulki-
jat, raskaat ajoneuvot, lähellä sijaitsevat liikennevalot). Perusvälityskyvyssä
huomioidaan päävirtojen jonoutuminen. Ohjausviive lasketaan sivuvirran vä-
lityskyvyn, sivuvirran käyttösuhteen (liikennemäärä/välityskyky), tarkastelu-
jakson pituuden ja sivuvirran purkautumisaikavälin perusteella. Lisäksi mu-
kaan tulee ajodynamiikasta (hidastus, kiihdytys) aiheutuva lisäviive. Ohjaus-
viive ei sisällä geometrista viivettä eli liittymän geometriasta johtuvaa nopeu-
den alenemista. Palvelutaso nähdään *taulukosta* 6. Taulukossa on esitetty
palvelutasokriteerit myös jalankulkijoille. (RIL 2005.) Ohjausviipeen lisäksi
voidaan laskea muita liittymän toimintaa kuvaavia tunnuslukuja kuten keski-
määräinen jononpituus ja jonon maksimipituus, joka ylittyy korkeintaan vii-
den prosentin ajan (Luttinen ym. 2005).

Taulukko 6. Valo-ohjauksettoman liittymän palvelutasokriteerit (Luttinen ym. 2005,
RIL 2005).

Palvelutaso	Ajoneuvot	Jalankulkijat	
	Ohjausviive (s/ajon)	Odotusaika (s/jk)	Riskikäyttäytymisen todennäköisyys
A	≤ 10	≤ 5	Alhainen
B	≤ 15	≤ 10	
C	≤ 25	≤ 20	Kohtalainen
D	≤ 35	≤ 30	
E	≤ 50	≤ 45	Korkea
F	> 50	> 45	Hyvin korkea

Suomessa valo-ohjauksen suunnittelun ja toiminnallisen analyysin käsikirja-
na on LIVASU-julkaisu, jonka laskentamenetelmät perustuvat vanhaan ruot-
salaiseen käsikirjaan. Nykyisin käytössä on myös uusi toiminnallisen analyys-
sin menetelmä, joka on yksinkertaistettu versio HCM2000-menetelmästä ja
sisältää Suomen olosuhteisiin sovitettuja parametriarvoja. (RIL 2005.)

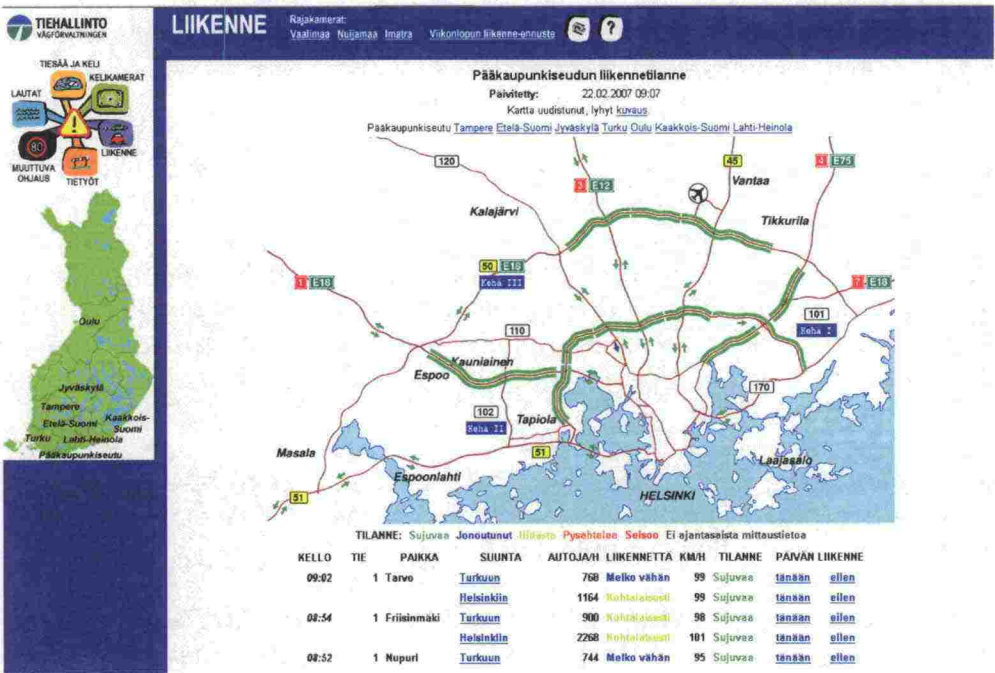
Valo-ohjauksisissa liittymissä välityskyvyn määrittäminen tapahtuu kaistoit-
tain. Kaistan välityskyky on ominaisvälityskyvyn ja vihreän ajan osuuden tu-
lo. Suoraan ajaville tarkoitetun kaistan ominaisvälityskyvyn oletusarvo on
1 940 ha/h. Jos olosuhteet poikkeavat perustilanteesta, arvoa korjataan kor-
jauskertoimien avulla (raskas liikenne, pituuskaltevuus, kaistan leveys jne.).
Lisäksi ominaisvälityskyvyn arvioinnissa on otettava huomioon mm. lyhyiden
kääntymiskaistojen vaikutus. Ohjausviive tasavälisessä liikennevirrassa las-
ketaan vihreän ajan, kiertoajan ja käyttösuhteen avulla. Sitä korjataan tarvit-
taessa yhteenkytkennän korjauskertoimella. Ohjausviipeeseen lasketaan
mukaan satunnaisvaihtelusta ja lyhytaikaisesta ylikysynnästä aiheutuva lisä-
viive ja tarkastelujakson alussa esiintyneestä jonosta aiheutuva lisäviive.
Palvelutasokriteerit käyvät ilmi *taulukosta* 7. (RIL 2005.)

Taulukko 7. Valo-ohjauksisen liittymän palvelutasokriteerit (Luttinen ym. 2005, RIL 2005).

Palvelutaso	Ajoneuvot	Jalankulkijat	
	Ohjausviive (s/ajon)	Odotusaika (s/jk)	Punaista vasten kulkemisen tn
A	≤ 10	≤ 10	Alhainen
B	≤ 20	≤ 20	
C	≤ 35	≤ 30	Kohtalainen
D	≤ 55	≤ 40	
E	≤ 80	≤ 60	Korkea
F	> 80	> 60	Hyvin korkea

2.5 Liikennetiedotus

Tiehallinnon Internet-sivuilla (<http://alk.tiehallinto.fi/alk/frames/liikenneframe.html>) on käytössä ajantasainen tiedotuspalvelu, jolla kerrotaan liikennetilanteesta pääkaupunkiseudun, Etelä-Suomen, Turun, Tampereen, Jyväskylän, Oulun ja Kaakkois-Suomen alueilla. Tiedot liikenteen sujuvuudesta on kerrottu kartalla värikoodeilla ilmaistuna viisiportaisella asteikolla: sujuvaa, jonnoutunut, hidasta, pysähtelee, seisoo (+ ei ajantasaista mittaustietoa) (kuva 2). Tieto perustuu liikennevirran keskinopeuteen suunnittain eri mittauspisteissä. Mittausjakso on 5 minuuttia. Liikennetilannetta kuvataan lisäksi taulukoissa sanallisesti ja numeroilla sekä graafeina keskinopeuden ja liikennemäärien avulla. Taulukoissa sujuvuutta kuvataan samoin värein ja sanoin kuin kartalla. Taulukossa kuvataan myös liikennemäärää värein ja sanoin viisiportaisella asteikolla: vähän, melko vähän, kohtalaisesti, melko paljon, paljon. Liikennemäärä kuvaa, miten paljon autoja on suhteessa tien välityskykyyn. Tarkempia liikennetilannetietoja saa myös suoraan kartalta hiiren avulla. Sivustolta löytyy myös runsaasti historiatietoja. Tiedotuspalvelun tiedot kerätään pääsääntöisesti pistemittauksilla (LAM-asemat, liikenteen automaattiset mittausasemat). Pääkaupunkiseudulta on myös tarjolla matka-aikatietoa 3–5 km matkaväleiltä (matka-aikojen automaattinen mittausjärjestelmä, tunnistus rekisterikilpien perusteella).



Kuva 2. Suomen Tiehallinnon liikennetilannetiedotuspalvelu Internetissä.

Myös Tieliikelaitos Destia tarjoaa nykyisin Internetissä liikennetiedotuspalveluja osoitteessa www.liikkujat.com. Sivustolta saa ajantasaista tietoa mm. liikenteen sujuvuudesta Oulun seudulla (OLLI-palvelu) ja Helsingin Hakamäentien tietyömaalla. Liikenteen sujuvuustiedot ilmaistaan kartalla samoilla värikoodeilla kuin Tiehallinnon liikennetilannetiedotuspalvelussakin, lisäksi kerrotaan tarkat keskinopeustiedot ajosuunnittain. Oulussa kartalta saa myös mittauspistekohtaista tietoa liikennemääristä.

3 RUOTSI

3.1 Palvelutasokäsite

Ruotsissa liikenteen sujuvuudesta ja palvelutasosta käytetään termejä *framkomlighet* ja *servicenivå*.

Framkomlighet termiä käytetään yleisesti puhuttaessa liikenteen sujuvuudesta. Ruotsin tiehallinnon (Vägverket) vaikutustenarviointiohjekirjassa (Effektsamband) termi framkomlighet on määritelty käsitteeksi, ”jonka avulla kuvataan liikennevirran tilaa ja tienkäyttäjien kokemuksia ajo-olosuhteista” (Vägverket 2001).

Servicenivå-käsite tarkoittaa esimerkiksi tiensuunnitteluohjeissa (VGU, Vägverket ja Svenska Kommunförbundet 2004a) sujuvuuden laadullista luokitusta: hyvä, vähemmän hyvä, matala.

Myös saavutettavuutta (tillgänglighet), eli aktiviteettien ja palvelujen saavuttamisen helppoutta, käytetään kuvaamaan liikennejärjestelmän toimivuutta. Saavutettavuus pitää sisällään paitsi väylien liikenteen sujuvuuden myös mm. liikenneverkon yhdistävyyden ja joukkoliikennepalvelujen kattavuuden.

3.2 Palvelutason määrittämismenetelmä

Ruotsissa palvelutasotarkastelut eivät perustu HCM-käsikirjan mukaisiin palvelutasoluokkiin. Palvelutasotarkasteluissa lasketaan väylän tai liittymän toimintaa kuvaavia tunnuslukuja. Tunnuslukuja verrataan suunnitteluohjeissa sujuvuudelle asetettuihin tavoitearvoihin.

Ruotsissa palvelutason määrittäminen tieosuuksilla tapahtuu EVA-ohjelmiston avulla (uusin versio 2.31). EVA on ruotsalainen tietokoneohjelmisto, jonka avulla voidaan laskea ja arvioida tieinvestointien vaikutuksia (Vägverket 2001). Liittymissä palvelutason määrittäminen tapahtuu CAPCAL-ohjelmiston avulla (uusin versio 3.2). CAPCAL on ruotsalainen tietokone-ohjelmisto, jonka avulla voidaan arvioida liittymien sujuvuutta ja ympäristövaikutuksia. Liittymät voivat olla kiertoliittymiä, väistämisvelvollisuutta tai pysähtymistä edellyttäviä liittymiä tai valo-ohjauksisia liittymiä. CAPCALin laskentamenetelmä on kehitetty vanhan ruotsalaisen välityskyvyn laskentamenetelmän TV131 pohjalta. (Trivector 2005.) HCM:ia käytetään vain poikkeustapauksissa, etenkin monimutkaisissa liikenneympäristöissä esim. monikaistaisten teiden lyhyillä sekoittumisalueilla (Strömgren 2007).

3.3 Mitoittava liikennetilanne ja palvelutasotavoitteet

Ruotsissa tiehallinnon (Vägverket) teiden ja katujen suunnitteluohjeissa (*Vägar och Gators Utformning, VGU*) mitoitusperiaatteisiin on sisällytetty palvelutasoa ja sujuvuutta koskevia vaatimuksia.

Tiensuunnittelussa mitoittavana tuntina on mitoittavan vuoden (20 vuotta tien avaamisesta) normaalin arkipäivän huipputunti (vastaa vuoden 200. kuormitetuinta tuntia). Jotta tien standardi olisi hyvä, mitoittavan tunnin aikana keskimääräinen matkanopeus ei saa laskea yli 10 km/h tien mitoitusnopeuden alle tai käytösuhde ei saa olla korkeampi kuin 0,8 (Vägverket ja Svenska Kommunförbundet 2004a, Strömgren 2007, Strömgren 2006).

Merkittävinä juhlapyhinä mitoittavana tuntina on vuoden 30. kuormitetuin tunti eikä välityskyky saa sen aikana ylittyä (käyttösuhteen pitää siis olla alle 1,0). Tietyissä erityistapauksissa (esimerkiksi teillä, joilla on paljon turistiliikennettä) voidaan mitoittavaksi tunniksi valita joku muu tunti. (Vägverket ja Svenska Kommunförbundet 2004a, Strömgren 2007, Strömgren 2006.)

Liittymissä käyttösuhte ei mielellään saisi olla korkeampi kuin 0,6, eikä missään tapauksessa yli 0,8. (Vägverket ja Svenska Kommunförbundet 2004b, Strömgren 2007.)

Ruotsin hallitus on myös asettanut tavoitteeksi, että suurissa kaupungeissa ruuhka-ajan matkanopeudet eivät saa alentua. Tavoitteen toteutumista seurataan siten, että vuosittain hallitukselle esitellään, miten nopeudet ovat kehittyneet kolmella suurkaupunkialueella (Tukholma, Malmö, Göteborg). Tiedot perustuvat syys-lokakuun aamuruuhkan (klo 7–9) keskimääräisten matkanopeuksien seurantaan tietyillä työmatkareiteillä. (Strömgren 2007, Strömgren 2006.)

Liikenteen sujuvuuden kehittymistä seurataan myös muuten jatkuvasti. Esimerkiksi nopeuksien ja ajoneuvojen aikavälien kehitystä valtion tieverkolla seurataan vuosittain tehtävillä pistemittauksilla (Vägverket Konsult 2005).

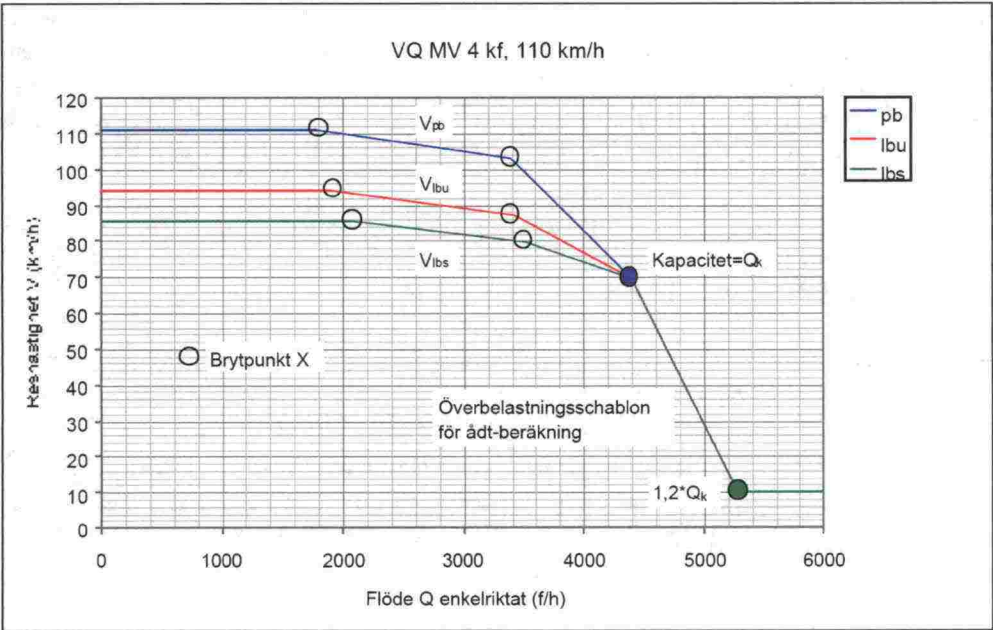
3.4 Palvelutasomittarit ja -kriteerit

Tien linjaosuudet

Tien linjaosuuksilla palvelutasomittareina käytetään *keskimääräistä matkanopeutta* ja *käyttösuhdetta (belastningsgrad)*. Käyttösuhteella tarkoitetaan todellisen liikennemäärän suhdetta välityskykyyn.

EVA-malli tarvitsee lähtötietoina vuoden keskimääräisen vuorokausiliikenteen (KVL) eri ajoneuvotyyppien osalta, tien kausivaihtelutyyppin, tienpituuden ja tietyyppin tunnusluvut (tietyyppi, mitoitusnopeus, tieympäristö, toiminnallinen luokka, leveys, kaistojen määrä, näkemäluokka, päällyste jne.). Ohjelma laskee lähtötietojen perusteella vuoden keskimääräisen tuntiliikenteen, huipputuntiliikenteen ja raskaiden ajoneuvojen osuuden huipputuntina. Vuoden keskimääräinen matkanopeus eri ajoneuvotyypeille lasketaan tuntitason liikennemäärä–nopeusdiagrammien avulla. Huipputunnin matkanopeus lasketaan vastaavasti. Huipputunnin käyttösuhte saadaan huipputuntiliikenteen suhteena tietyyppin välityskykyyn. (Vägverket 2001.) Matkanopeuden ja käyttösuhteen perusteella voidaan tehdä päätelmiä liikenteen sujuvuudesta *taulukkojen 8 ja 9* perusteella.

EVA-malli hyödyntää siis kullekin tietyyppille ja nopeusluokalle määriteltäviä liikennemäärä–nopeusdiagrammeja. Kussakin diagrammissa on oma käyränsä kullekin ajoneuvotyyppille. Diagrammit on laadittu kenttämitta- ja simulointitutkimusten perusteella. Esimerkki diagrammista on *kuvassa 3*.



Kuva 3. Liikennemäärä–nopeusdiagrammi, moottoritie 110 km/h (Vägverket 2001).

Taulukko 8. Sujuvuustaso keskimääräisen matkanopeuden mukaan teiden linjaosuuksilla (VR = tien mitoitusnopeus) (Vägverket ja Svenska Kommunförbundet 2004a).

VR110	Låg										MG	God
VR90	Låg										MG	God
VR70	Låg						MG	God				
VR50 ¹	Låg					MG	God					
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	

¹ Gäller länkar i det övergripande huvudnätet i tätort

Taulukko 9. Sujuvuustaso käyttösuhteen (B) mukaan teiden linjaosuuksilla (Vägverket ja Svenska Kommunförbundet 2004a).

Taso autoliikenteelle	Käyttösuhte B
Hyvä	B < 0,8
Vähemmän hyvä	0,8 < B < 0,9
Matala	0,9 > B > 1,0

Liittymät

Liittymissä palvelutasomittarina on yleensä käyttösuhte (belastningsgrad).

CAPCAL-ohjelma tarvitsee laskennan lähtötiedoiksi liittymän geometriatiedot (esim. kaistojen määrä ja leveys, kaarresäteet), nopeusrajoitus- ja muut yleistiedot, kaikkien virtojen liikennemäärät ja raskaiden ajoneuvojen osuudet sekä liikennevalojen vaihejako- ja ajoitustiedot. Ohjelma käyttää hyväksi myös valmiita parametriarvoja koskien esim. kriittistä aikaväliä ja purkautumisliikennemäärää. Lähtötietojen perusteella ohjelma laskee ensin liikennemäärän ja välityskyvyn kaistoittain ja niiden avulla edelleen käyttösuhteen. Lisäksi lasketaan keskimääräinen jononpituus, jononpituus, joka alitetaan 90 % ajasta, viivytykset ja pysähtymään joutuvien osuus. Viivytysten osalta lasketaan sekä väistämisvelvollisuudesta johtuvat viivytykset että geometriasta johtuvat viivytykset. (Trivector 2005.)

Valo-ohjauksettomissa liittymissä CAPCAL-mallin välityskyvyn laskenta perustuu kriittisen aikavälin menetelmään. Ensin määritellään väistämisvelvolliset ja etuajo-oikeutetut liikennevirrat, ja jokaiselle väistämisvelvolliselle virralle lasketaan etuajo-oikeutettujen virtojen summa. Tämän jälkeen nopeusrajoituksen, liittymätyypin ja ajosuunnan perusteella valitaan sopiva kriittinen aikaväli, jota korjataan raskaiden ajoneuvojen osuuden ja geometriatietojen perusteella. Purkautumisaikaväliksi asetetaan 60 % kriittisestä aikavälistä. Edellä mainittujen tietojen perusteella väistämisvelvollisille virroille lasketaan palveluajat. Kukin tulosuunta jaetaan osatulosuuntiin ja liikenne jaetaan kaistoille siten, että osatulosuunnan kaikilla kaistoilla on yhtä suuri käyttösuhte. Lyhyiden kääntymiskaistojen suhteen huomioidaan myös jononpituus. Kunkin kaistan välityskyky saadaan laskettua palveluaikojen ja liikennemäärien perusteella. (Trivector 2005.) Liittymän palvelutaso voidaan arvioida käyttösuhteen avulla *taulukon 10* perusteella.

Taulukko 10. Palvelutasorajat käyttösuhteelle valo-ohjauksettomissa liittymissä Ruotsissa (Vägverket ja Svenska Kommunförbundet 2004b).

Taso	Käyttösuhte B
Hyvä	$B < 0,6$
Vähemmän hyvä	$0,6 < B < 0,8$
Matala	$B > 0,8$

Valo-ohjauksisissa liittymissä CAPCAL-malli perustuu aikaohjaukseen. Jos liittymä on liikenneohjattu, tuloksiin tehdään korjauksia. Ensimmäiseksi lasketaan suunta- ja kaistakohtaiset korjauskertoimet purkautumisliikennemäärälle (perusarvo 1 850 ajon/h/suoraan ajavien kaista). Myös odotustilojen pituudet lasketaan. Tämän jälkeen lasketaan tehollinen vihreä aika. Kukin tulosuunta jaetaan osatulosuuntiin ja liikenne jaetaan kaistoille vastaavasti kuin valo-ohjauksettomissa liittymissä. Seuraavaksi lasketaan purkautumisliikennemäärä kullekin kaistalle. Lyhyiden kääntymiskaistojen vaikutus otetaan huomioon. Vihreä aika jaetaan niin, että jokaisen opastinryhmän kuorimitetuimman kaistan käyttösuhteet tulevat yhtä suuriksi. Lopuksi korjataan vielä purkautumisliikennemääriä pitkien vihreiden aikojen osalta. Kunkin kaistan välityskyky saadaan laskettua kiertoajan, purkautumisliikennemäärän ja tehollisen vihreän ajan avulla. (Trivector 2005.) Palvelutaso voidaan valo-ohjauksisissa liittymissä arvioida *taulukon 11* perusteella.

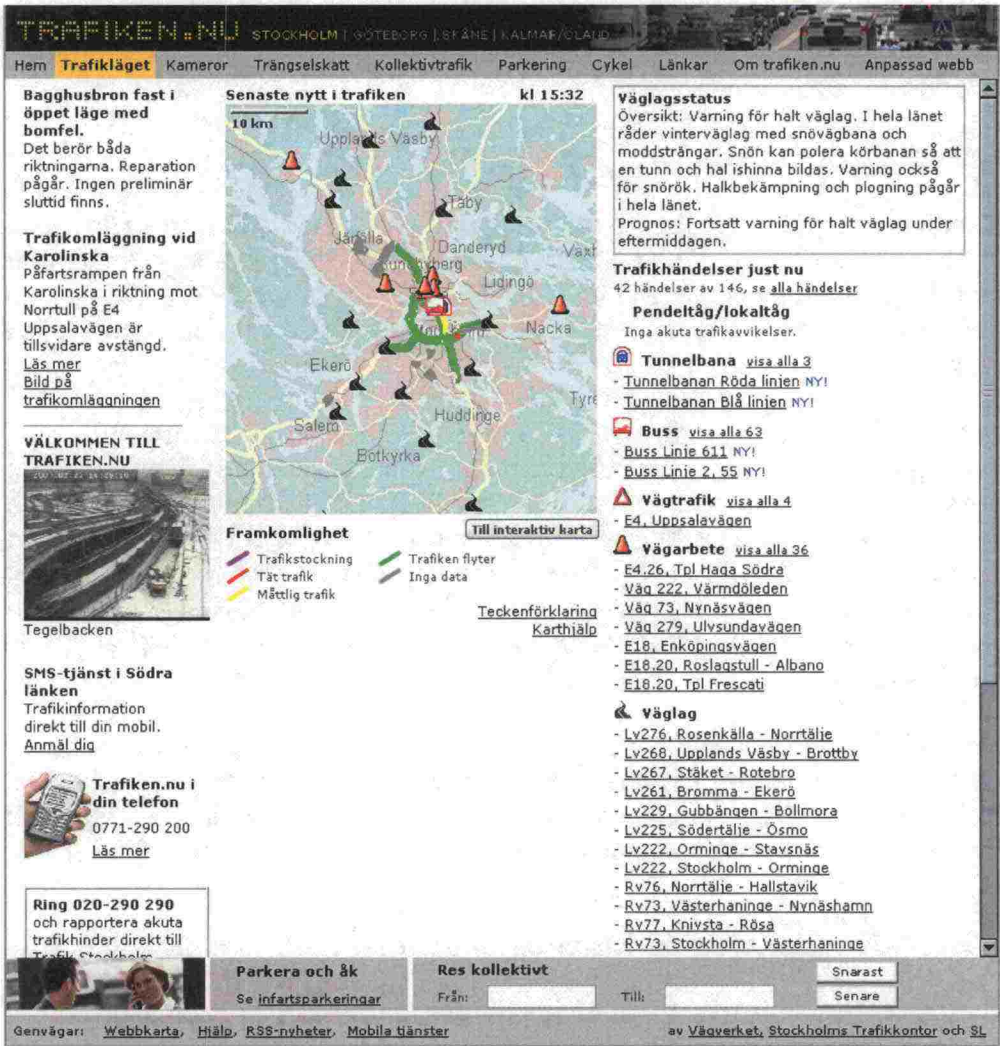
Taulukko 11. Palvelutasorajat käyttösuhteelle valo-ohjauksisissa liittymissä Ruotsissa (Vägverket ja Svenska Kommunförbundet 2004b).

Taso	Käyttösuhde B
Hyvä	$0,5 < B < 0,7$
Vähemmän hyvä	$0,7 < B < 0,8$
Matala	$B > 0,8; B < 0,3$

3.5 Liikennetiedotus

Ruotsissa ei ole käytössä koko maankattavaa järjestelmää liikenteen sujuvuudesta tiedottamiseksi tienkäyttäjille. Vägverketin sivuilta (http://www.vv.se/templates/page2_2_9251.aspx) löytyy kuitenkin tietoa tiekelistä, tietöistä, onnettomuuksista ja muista poikkeavista tapahtumista. Sivustolta pääsee myös alueellisiin tiedotuspalveluihin, joita löytyy Malmön ja Göteborgin seuduilta. Esimerkiksi Göteborgista on tarjolla nopeus- ja liikennemäärätietoa taulukoituna (liikennemäärä, nopeus, tilan sanallinen kuvaus, historia-tietoa) sekä liikennetilannekartta, jossa sujuvuutta kuvaillaan väreillä nelipor-taisella asteikolla: normaali, hidas, hyvin hidas, seisova (+ ei tietoa). Tiedot päivittyvät minuutin välein.

Tukholman, Göteborgin, Skånen ja Kalmarin tiedotusjärjestelmät on koottu Internetissä yhteiselle verkkosivustolle (*trafiken.nu*). Esimerkiksi Tukholmas-sa liikenteen sujuvuus (*framkomlighet*) kerrotaan kartalla eri väreillä nelipor-taisella asteikolla: sujuva, kohtalainen, tiheä, ruuhka (+ei tietoa) (*kuva 4*). Tieto pohjautuu mitattuun keskinopeuteen. Tieto päivittyy minuutin välein. Tietoa saa myös matka-ajoista tiettyjen paikkojen välillä. Sivustolta löytyy myös kamerakuvaa useista paikoista tieverkkoa. Tietoa liikennehäiriöistä saa myös puhelimitse.



Kuva 4. Ruotsin liikennetilannetiedotuspalvelu Internetissä.

4 NORJA

4.1 Palvelutasokäsite

Norjassa palvelutasoa vastaa termi *servicenivå*, joskin sitä käytetään varsin vähän. Sen merkitys on sama kuin HCM:ssa, eli sillä kuvataan liikennevirran laatua kuusiportaisella asteikolla A–F. (Statens vegvesen 1990). Yleisemmin käytössä on termi *fremkommelighet*, joka vastaa lähinnä suomenkielistä termiä sujuvuus.

Palvelutasotavoitteista ja -metodiikasta tehtiin vuonna 2006 tutkimus, jonka yhteydessä pohdittiin myös käsitteen *fremkommelighet* sisältöä. Tutkimuksessa todettiin, että suurimmalle osalle tiekäyttäjistä kyseinen käsite liittyy sellaisiin olosuhdetekijöihin kuten matka-aika, viivytys ja nopeus. Tavarankuljetuksissa mukaan tulevat lisäksi toimitusaika ja täsmällisyys. Näiden tekijöiden ennustettavuus vaikuttaa myös sujuvuuden kokemiseen. Liikenneinsinöörien terminologiassa käsitteellä kuvataan liikennevirran laatua. (Wahl ym. 2006.)

Varsinaisen välityskykytutkimuksen saralla on Norjassa tehty hyvin vähän viimeisen kymmenen vuoden aikana. Palvelutasoasioita on lähestytty mm. matka-aikatutkimusten ja liikennetiedotuksen kehittämisen kautta. Lisäksi on järjestetty kampanja tehokkaasta jonossa ajamisesta. (Wærsted 2006.)

4.2 Palvelutason määrittämismenetelmä

Norjassa palvelutason määrittämismenetelmä perustuu tielinjojen osalta HCM1985-käsikirjaan. Menetelmää on jossakin määrin kehitetty Norjan olosuhteisiin sopivammaksi, ja se on kuvattu omassa käsikirjassa (Statens vegvesen 1990).

Valo-ohjauksettomien liittymien osalta norjalainen menetelmä perustuu HCM:n tavoin kriittisen aikavälin menetelmään (*gap-acceptance theory*). Sitä on muokattu norjalaisiin olosuhteisiin paremmin sopivaksi. Menetelmästä on myös laadittu oma käsikirjansa (Statens vegvesen 1985). Samassa käsikirjassa esitellään myös menetelmä kiertoliittymien välityskyvyn ja palvelutason laskemiseksi. Se perustuu englantilaisiin tutkimuksiin. Valo-ohjauksisten liittymien osalta norjalainen välityskyvyn ja palvelutason määrittämismenetelmä perustuu perinteiseen Websterin viivytyskaavaan, johon on tehty pieniä tarkennuksia (Aakre 1997).

Käytännössä kaikki laskelmat tehdään tietokoneohjelmistoilla.

4.3 Mitoittava liikennetilanne ja palvelutasotavoitteet

Norjassa tiensuunnittelun aikajänne vaihtelee tien käyttötarkoituksen ja tyy-
pin mukaan. Pääteiden osalta mitoitusvuosi on 20 vuotta tien avaamisesta. Liittymien ja teknisten varusteiden osalta 10 vuoden aikajänne on riittävä. (Statens vegvesen 1992.)

Mitoitusliikennemääränä käytetään yleensä vuoden keskimääräistä vuorokausiliikennettä (KVL). Yksinkertaisissa tapauksissa käytetään myös kesän keskimääräistä vuorokausiliikennettä (KKVL). Liittymien ja muiden välityskyvyltään kriittisten kohteiden suunnittelussa mitoittavaan liikennemäärään kiinnitetään enemmän huomiota. Perinteisesti on käytetty vuoden 30. vilkkaimman tunnin liikennemäärää. Koska sen mittaaminen on hankalaa, käytökelpoinen mitoitusarvo saadaan lyhytaikaista liikennelaskennoista ruuhka-aikaan arkipäivänä tai huipputuntina. Jos mittauksia ei voi tehdä, voidaan mitoitusliikenteenä käyttää seuraavia arvoja:

- teillä, joilla työmatkaliikenne on hallitsevaa (esim. kaupunkien sisäänajotiet) 8–12 % KVL:stä
- teillä, joilla on sekä kaupallista että vapaa-ajanliikennettä (esim. suuret kokoojaväylät kaupunkien ulkopuolella) 12–20 % KVL:stä
- teillä, joilla on vapaa-ajanliikennettä tai voimakasta kausittaista liikennettä (esim. tiet uimarannoille tai laskettelukeskuksiin) 20–30 % KVL:stä. (Statens vegvesen 1992.)

Vuonna 2006 valmistui tutkimus siitä, millaisia tavoitteita Norjan tiehallinnon (Statens vegvesen) tulisi asettaa liikenteen sujuvuudelle ja millaisin indikaattorein ja menetelmin sujuvuustavoitteiden toteutumista voitaisiin mitata (Wahl ym. 2006). Tavoitteet on tarkoitettu sisällyttää Norjan valtakunnalliseen liikennesuunnitelmaan (NTP). Sujuvuustavoitteiden määrittelyn suhteen tutkimuksessa havaittiin, että Norjassa on vielä toistaiseksi saatavilla liian vähän mittaustietoa nykyisistä liikenneolosuhteista, jotta sujuvuudelle voitaisiin määrittää joku haluttu referenssitaso, jota kohti pyrittäisiin. Ehdotettu järjestelmä perustuukin sujuvuustason muutokseen vuodesta toiseen. Tavoitteita tarkistetaan, kunhan tietoa saadaan lisää. Ehdotetut sujuvuustavoitteet on esitetty *taulukossa 12*. Indikaattorit, joiden avulla tavoitteiden toteutumista voidaan seurata löytyvät *taulukosta 13*. Menetelmät ja laitteet, joilla indikaattoreita voidaan mitata, löytyvät *taulukosta 14*. (Wahl ym. 2006.)

Taulukko 12. Ehdotetut sujuvuustavoitteet Norjassa (Wahl ym. 2006).

Tavoite	Sujuvuustavoite	Kohderyhmä
Autoliikenne kaupungeissa	Sujuvuus ei saa heikentyä edellisestä vuodesta	Koko liikenne Tavaraliikenne
Matka-aika pääteillä	Sujuvuuden tulee parantua tärkeimmillä reiteillä. Matka-ajan tulee alentua x % vuodesta 20xx vuoteen 20yy mennessä. Samanaikaisesti sujuvuus ei saa heikentyä edellisestä vuodesta.	Koko liikenne Tavaraliikenne
Tavaraliikenteen luotettavuus tärkeimmillä reiteillä	Korkeintaan 10 kertaa vuodessa 50 % pidempi matka-aika suhteessa odotettavissa olevaan matka-aikaan kaupunkien lähistöllä olevilla reiteillä.	Tavaraliikenne

Taulukko 13. Ehdotetut indikaattorit sujuvuustavoitteiden toteutumisen arvioimiseksi Norjassa (Wahl ym. 2006).

Tavoite	Indikaattori	Kohderyhmä
Autoliikenne kaupungeissa	<u>Tavoitteen toteutumisen arviointi</u> Matka-aikaindeksi, 24 h Matka-aikaindeksi, ruuhka-aika (todellinen matka-aika/viivytyksetön matka-aika) <u>Arviointi tiedon lisääntyessä ja tavoitteiden tarkentuessa</u> Puskuri-indeksi (kuinka paljon ylimääräistä aikaa tulee varata viivytyksettömään matka-aikaan verrattuna, jotta päästään perille oikeaan aikaan x %:lla matkoista) Kokonaisviivytys Jonoaikaindeksi (jonossa ajoajan osuus) Jonoindeksi (jonoutuneiden teiden osuus)	Koko liikenne Tavaraliikenne
Matka-aika pääteillä	Viivytyksetön matka-aika Matka-aikaindeksi, 24 h Kokonaisviivytys	Koko liikenne Tavaraliikenne
Tavaraliikenteen luotettavuus tärkeimmillä reiteillä	Puskuri-indeksi	Tavaraliikenne

Taulukko 14. Menetelmät ja laitteet sujuvuusindeksien mittaamiseksi Norjassa (Wahl ym, 2006).

Tavoite	Menetelmät / laitteet	Kohderyhmä
Autoliikenne kaupungeissa	Tunnistinteknologia (AutoPASS, automaattinen) GPS-paikannus (jaksottainen tai otos)	Koko liikenne Tavaraliikenne
Matka-aika pääteillä	Pistemittaus ajoneuvon tunnistuksella (Bilfunn, automaattinen) Tunnistinteknologia (jaksottainen tai jatkuva) GPS-paikannus (jaksottainen tai otos)	Koko liikenne Tavaraliikenne
Tavaraliikenteen luotettavuus tärkeimmillä reiteillä	Pistemittaus ajoneuvon tunnistuksella (Bilfunn, automaattinen) Tunnistinteknologia (jaksottainen) GPS-paikannus (jaksottainen tai otos)	Tavaraliikenne

Liikenteen sujuvuutta seurataan jo nykyisinkin säännöllisesti. Kuudella kaupunkiseudulla tehdään vuosittain matka-aikamittauksia tietyillä reiteillä tiettyinä päivinä vuodessa ruuhka-aikoina. Mittaukset tehdään "car following"-menetelmällä. (Wærsted 2006.)

4.4 Palvelutasomittarit ja -kriteerit

Teiden linjaosuudet

Norjassa tien linjaosuuksilla palvelutasomittareina ovat *keskimääräinen matkanopeus* ja *liikennemäärä*. Taulukossa 15 on esitetty esimerkki Norjassa käytettävistä palvelutasoluokkien rajoista kaksikaistaisilla ja monikaistaisilla teillä.

Taulukko 15. Nopeus ja maksimiliikennemäärä eri palvelutasoilla kaksi- ja monikaistaisilla teillä (tasainen maasto, kaistaleveys 7 m, piennarleveys 1,5 m, 10 % raskaita ajoneuvoja ja suuntajakauma 60/40) (Statens vegvesen 1990).

Palvelu- taso	Kaksikaistaiset tiet		Monikaistaiset tiet	
	Nopeus (km/h)	Liikenne- määrä yhteensä (ajon/h)	Nopeus (km/h)	Liikenne- määrä per kaista (ajon/h)
A	> 93	363	> 91	675
B	> 88	654	> 85	1 013
C	> 83	1 041	> 80	1 332
D	> 80	1 549	> 64	1 632
E	> 72	2 421	> 48	1 876
F	< 72	-	< 48	-

Ihanteolosuhteissa kaksikaistaisen tien välityskyky on 2 800 ajon/h. Jos tien kaista- ja piennarleveys, suuntajakauma, raskaan liikenteen osuus ja maastotyyppi tai ohituskieltojen osuus poikkeavat ihanteolosuhteista, välityskyky kulloisissakin olosuhteissa saadaan laskettua vastaavien korjauskertoimien avulla. Samaan tapaan voidaan laskea kunkin palvelutason maksimiliikennemäärät (eli palveluliikennemäärät) palvelutason enimmäiskäyttösuhteen avulla. Palvelutaso määräytyy tien todellisen kuormituksen perusteella. (Statens vegvesen 1990.)

Monikaistaisilla teillä ihanteolosuhteissa välityskyky on 2 000 ajon/h/kaista. Tätä arvoa korjataan kaistaleveydestä ja sivueste-etäisyydestä, raskaiden ajoneuvojen osuudesta ja maastotyyppistä, tien standardista ja ympäristöstä, poikkeavasta kuljettajapopulaatiosta sekä tien mitoitusnopeudesta johtuvilla korjauskertoimilla. Myös monikaistaisilla teillä lasketaan ensin kunkin palvelutason maksimiliikennemäärä, minkä jälkeen palvelutaso määräytyy kuormituksen perusteella. (Statens vegvesen 1990.)

Yksikaistaiselle teille ja taajamien pääteille ei Norjassa määritetä palvelutasoa. Ramppien palvelutasolle on olemassa kriteerit, mutta sekoittumisalueille ei. (Statens vegvesen 1990.)

Liittymät

Norjassa valo-ohjauksettomissa liittymissä (ja kiertoliittymissä) palvelutasomittareina ovat *keskimääräinen viivytys* sekä *käyttämätön välityskyky* (välityskyky-liikennemäärä). Palvelutason määrittäessä tulee ensin laskea välityskyky, jonka selvittämiseksi tulee tuntea kunkin tulosuunnan kaistamäärä ja -tyyppi, liittymägeometria ja väistämissuhteet, kaikkien virtojen liikennemäärät, kriittinen aikaväli sekä purkautumisaikaväli. Tarkastelu tehdään hierarkkisesti kullekin väistämisvelvolliselle liikennevirralle erikseen. Laskettua välityskykyarvoa korjataan raskaiden ajoneuvojen osuuden ja tulosuunnan kaltevuuden sekä jonoutumisen perusteella. Keskimääräinen viivytys ajoneuvoa kohti saadaan kaavalla $viivytys = 3600 / (välityskyky - liikennemäärä)$. Palvelutaso saadaan taulukosta 16. (Aakre 1997.)

Taulukko 16. Valo-ohjauksettomien liittymien palvelutasokriteerit Norjassa (Aakre 1997).

Palvelutaso	Käyttämätön välityskyky (ajon/h)	Keskimääräinen viivytys per ajoneuvo (s)
A	> 600	< 6
B	240 – 600	6 – 15
C	120 – 240	15 – 30
D	60 – 120	30 – 60
E	30 – 60	60 – 120
F	< 30	> 120

Valo-ohjauksisissa liittymissä palvelutasomittarina on *keskimääräinen viivytys*. Välityskyky- ja palvelutaso tarkasteluja varten tulee tuntea liittymän kaikkien tulosuuntien kaistamäärä ja -tyyppi, kaikkien virtojen liikennemäärät, liittymägeometria, valojen ajoitus jne. Tarkastelut tehdään kullekin kaistalle erikseen. Keskimääräinen viivytys lasketaan Websterin viivytyskaavalla. Palvelutaso saadaan taulukosta 17, joka perustuu HCM1994-käsikirjaan. (Aakre 1997.)

Taulukko 17. Valo-ohjauksisten liittymien palvelutasokriteerit Norjassa (Aakre 1997).

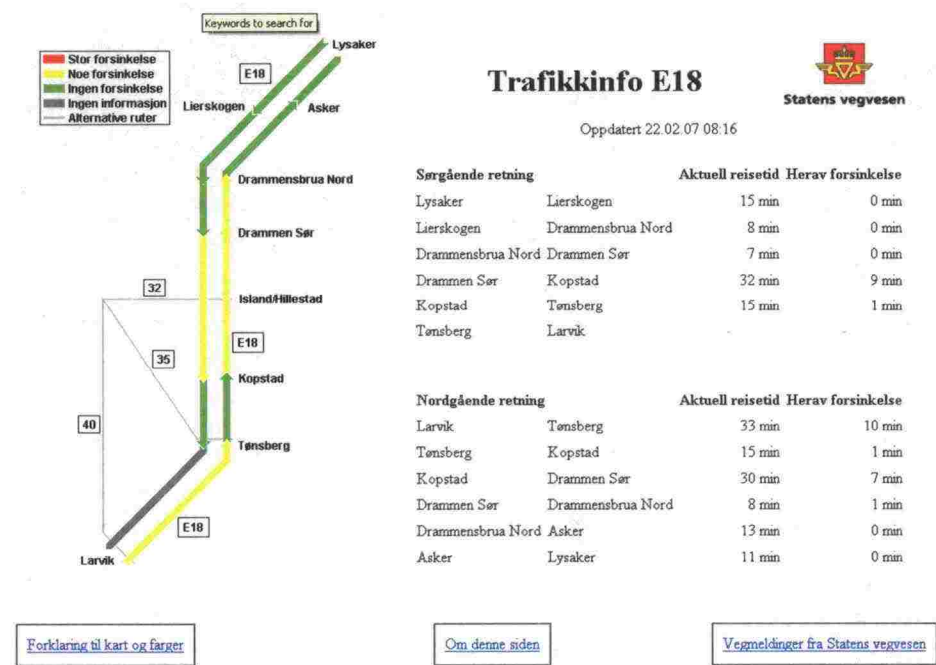
Palvelutaso	Keskimääräinen viivytys per ajoneuvo (s)
A	< 5
B	5 – 15
C	15 – 25
D	25 – 40
E	40 – 60
F	> 60

Lisäksi voidaan laskea muita liittymän toimintaa kuvaavia tunnuslukuja, kuten käyttösuhde, keskimääräinen jononpituus ja pysähtymään joutuvien osuus.

4.5 Liikennetiedotus

Norjan tiehallinnolla (Statens vegvesen) on viisi alueellista liikennekeskusta, jotka toimittavat tietoa medialle mm. radiolle. Liikennetilannetta kuvataan tienkäyttäjille viisiportaisella asteikolla: Ei viivytyksiä, tiheä liikenne ilman viivytyksiä, tiheä liikenne pieniä jonoja, hitaasti etenevä jono, suuria viivytyksiä. Myös viivytysten suuruus (minuuteissa) ja tilanteen kehityssuunta kerrotaan. (Wærsted 2006.)

Norjassa Statens vegvesen tarjoaa tiekäyttäjille ajantasaista tietoa liikennetilanteesta E18-tiellä välillä Oslo–Larvik. Tiedotussivu löytyy Internetistä osoitteesta <http://www2.geoweb.no/stilistisk/stilistisk.jsp>. Liikennetilanne esitetään kartalla värikoodein kolmiportaisella asteikolla: ei viivytyksiä, pieniä viivytyksiä, suuria viivytyksiä (+ ei dataa) (kuva 5). Sivulla tarjotaan myös tarkempaa numerotietoa eri tieosuuksien senhetkisestä matka-ajasta ja viivytyksistä. Matka-aikatiedot mitataan anonymisti ajoneuvoihin asennettujen AutoPASS-etätunnistintaiteiden ja tienvarsilla olevien mittauspisteiden (antennien) avulla. AutoPASS-laitteet ovat samoja, joita Norjassa käytetään tietullien keräämiseen. Tiedot päivitetään joka viides minuutti, jolloin saadaan laskettua keskimääräinen matka-aika tieosittain. Viivytys lasketaan vertaamalla toteutunutta matka-aikaa normaalimatka-aikaan, joka kuluu, jos tieosuus ajettaisiin nopeusrajoituksen mukaisella nopeudella.



(c) Copyright 2005 Statens Vegvesen

Kuva 5. Norjan E18-tien liikennetilannetiedotuspalvelu Internetissä.

Norjassa tieinfrastruktuuria rahoitetaan tietullein. Tiemaksujen kerääminen perustuu nykyisin ajoneuvojen automaattiseen tunnistukseen. Ajoneuvoissa on AutoPASS-etätunnistinlaitteet (*tag*), ja joka kerta kun ajoneuvo ajaa tulliaseman ohi aseman numero, ohitusaika ja AutoPASS-laitteen tunnistetiedot tallentuvat tietokantaan. Tullijärjestelmään liittyvän tekniikan avulla on mahdollista kerätä myös tietoa matka-ajoista ja viivytyksistä. Näitä tietoja voidaan mainiosti käyttää myös tien palvelutason määrittämiseen sekä liikenne- ja reittitiedotukseen. Matka-aikatiedot kerätään ilman, että AutoPASS-laitteen tunnistetietoja tallennetaan tietokantaan. Ajoneuvon ohittaessa ensimmäisen matka-aikojen keruujärjestelmään kuuluvan mittauspisteen antennin, antenni lähettää AutoPASS-laitteelle takaisin päin laitteeseen tallennettavaksi tietoja ohitusajasta ja -paikasta. Nämä tiedot luetaan sitten seuraavan järjestelmään kuuluvan antennin kohdalla ja matka-ajat voidaan laskea. E18-tien 120 km pitkällä kokeiluosuudella on kaikkiaan 14 mittauspistettä, 7 kumpaankin ajosuuntaan. Mittauspisteen sijainnista riippuen ajoneuvoista noin 60–90 %:lla on AutoPASS-laite, mikä riittää hyvin matka-aikojen selvittämiseen. Kokeilu on jo osoittautunut toimivaksi, joten järjestelmää tultaneen laajentamaan myös muualle. (Haugen 2005.)

5 TANSKA

5.1 Palvelutasokäsite

Tanskassa tien teknisestä palvelutasosta käytetään termiä *serviceniveau*. Tanskan tie- ja liikenneteknisen sanakirjan mukaan palvelutaso on ”*liikennevirran toiminnallisia olosuhteita kuvaava laatumittari, joka perustuu tekijöihin, kuten nopeus, matka-aika, liikkumisen vapaus, liikennehäiriöt, liikkumisen mukavuus ja turvallisuus*” (Vejdirektoratet 2002). Määritelmä vastaa vuoden HCM:ssä vuodesta 1994 alkaen käytettyä määritelmää.

Käytössä on myös termi *fremkommelighed*. Se tarkoittaa suomeksi lähinnä sujuvuutta. Sanakirjassa se määritellään käsitteeksi, joka tarkoittaa ”*liikennevirran laatua tiellä kuvattuna ensisijaisesti matkanopeuden avulla*”.

Tanskan tiehallinnolla (Vejdirektoratet) on käytössä oma välityskyky- ja palvelutasokäsikirjansa. Käsikirjan määritelmän mukaan palvelutaso on laadullinen kuvaus liikennevirran laadusta vapaalla tieosuudella. Palvelutasot määritellään siten, että lähtökohtana ovat tienkäyttäjien liikenteen sujuvuudelle ja vapaudelle asettamat toiveet.

Tanskassa sujuvuusasioita on viime vuosina tutkittu varsin paljon. Esimerkiksi vuosina 2001–2004 toteutettiin projekti, jossa tutkittiin ruuhkan käsitettä ja etsittiin keinoja sen mittaamiseksi (Hvid 2006, Trafikministeriet 2004).

5.2 Palvelutason määrittämismenetelmä

Tanskassa välityskyky- ja palvelutasotarkastelumenetelmästä on laadittu oma käsikirja, jonka uusin versio on vuodelta 2005 (Vejdirektoratet 2005).

Teiden linjaosuuksilla välityskyvyn ja palvelutason määrittämismenetelmä on periaatteiltaan hyvin samantapainen kuin HCM1994-käsikirjassa. Menetelmää on mukautettu tanskalaisiin olosuhteisiin. HCM-menetelmästä poiketen palvelutasoa ei ilmaista palvelutasoluokkien avulla ja mittaritkin ovat erilaiset.

Liittymissä ei palvelutasoa varsinaisesti määritetä. Liittymän toimintaa tarkastellaan välityskyvyn, viivytysten ja jononpituuksien avulla. Valo-ohjauksettomissa liittymissä välityskyvyn määrittäminen perustuu kriittisen aikavälin menetelmään. Toissijaisten päävirtojen jonoutumisesta johtuvat korjauskertoimet ja jaettujen kaistojen vaikutus lasketaan samaan tapaan kuin HCM2000:ssa. (Luttinen 2004). Valo-ohjauksisissa liittymissä tanskalainen menetelmä perustuu australialaisiin, englantilaisiin ja kanadalaisiin tutkimuksiin (Aagaardh ja Anlæg 1997). Menetelmiä on kehitetty tanskalaisiin olosuhteisiin sopiviksi. Viivytyksen laskentakaavat ovat HCM2000:n mukaisia (Luttinen 2004).

Laskelmien käytännön suorittamista varten on käytössä myös tietokoneohjelmisto DanCap (uusin versio 2.2), joka sisältää samat mallit ja parametrit kuin käsikirjakin.

5.3 Mitoittava liikennetilanne ja palvelutasotavoitteet

Teiden mitoituksen aikajänteenä käytetään hankkeen elinikää, mikä käytännössä tarkoittaa 10–15 vuotta. Mitoittavana liikennetilanteena käytetään normaalisti vuoden 30. vilkkainta tuntia, tai kun taloudellisten seikat sitä vaativat, vuoden 100. vilkkainta tuntia. Mitoittava liikennemäärä saadaan lasketua myös osuutena vuoden keskimääräisestä vuorokausiliikenteestä (KVL). Tarkemmassa mitoituksessa käytetään myös huipputuntikerrointa (Vejdirektoratet 2005.)

Suunnittelussa Tanskassa on pyritty siihen, ettei käytösuhde ylitä 0,7:ää. Tutkimusten mukaan tienkäyttäjien vapaus valita ajokaistansa tai ajonopeutensa vähenee merkittävästi juuri, kun kuormitus lähestyy 70 %:a tien välityskyvystä. Myös nopeus alkaa alentua, ja jos liikennemäärä tästä edelleen kasvaa, liikenne alkaa ruuhkautua ja on vaarassa "romahtaa". Parhaillaan palvelutasolle ollaan määrittämässä uusia tavoitteita, jotka perustuisivat enemmän tienkäyttäjien omiin kokemuksiin. (Kjemtrup 2007, Vejdirektoratet 2006.)

Liikenneverkon tilasta ja kehityksestä raportoidaan vuosittain "Statsvejnettet"-julkaisussa. Sujuvuuden osalta tärkeimpänä mittarina on niiden tuntien osuus vuoden tunneista, joina tien jomman kumman ajosuunnan käytösuhde on ollut yli 70 %. Toistaiseksi tämän tuntiosuuden laskeminen perustuu malliin, eikä suoriin mittauksiin tieverkolta, mutta laskelma antaa kuitenkin kuvan siitä, missä ruuhkat ovat suurimmat. Julkaisussa on lisäksi muita jatkuviin mittauksiin perustuvia tietoja sujuvuuden kehityksestä, mm. kuinka paljon tietyillä moottoritieosuuksilla ajetaan alle 40 km/h nopeudella tai mitkä ovat keskimääräiset matkanopeudet. (Vejdirektoratet 2006.)

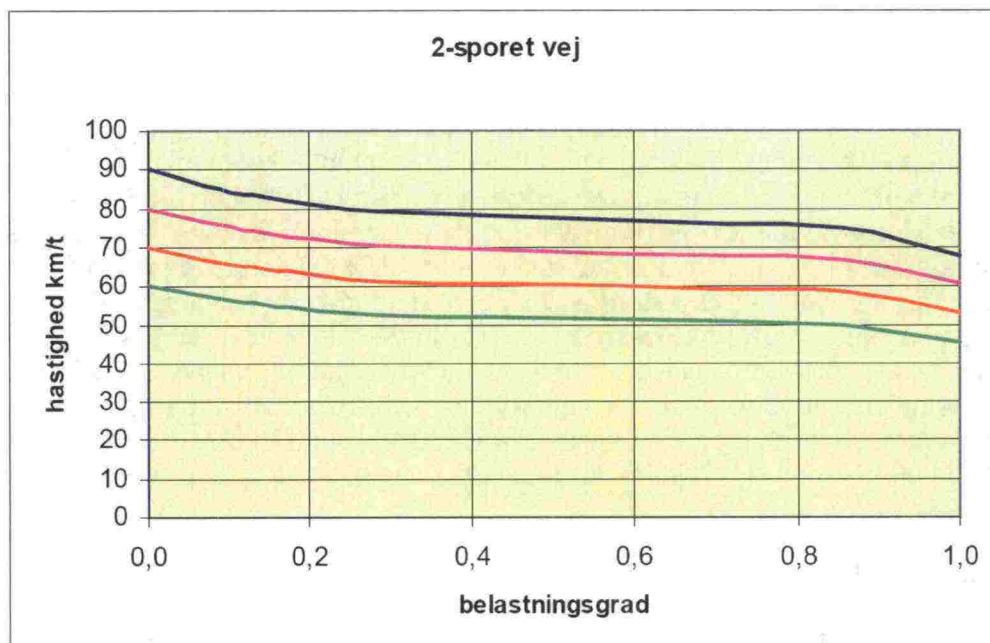
5.4 Palvelutasomittarit ja -kriteerit

Teiden linjaosuudet

Tanskassa palvelutaso koostuu kahdesta tekijästä:

- miellyttävyystekijästä, jonka mittarina on *käytösuhde* (*belastningsgrad*, liikennemäärä/välityskyky) ja
- sujuvuustekijästä, jonka mittarina tien linjaosuudella on henkilöautojen *keskimääräinen matkanopeus* (Vejdirektoratet 2005).

Välityskyky- ja palvelutasotarkastelut tehdään suunnittain. Välityskyvyn määrittäminen perustuu tien välityskykyyn ihanneolosuhteissa. Eri tietyypeille on oma ihannevälityskykyarvonsa, esimerkiksi kaksikaistaisille teille arvo on 2 000 ha/h/suunta. Todelliset olosuhteet otetaan huomioon korjauskertoimilla, joita on kaistan leveydelle ja sivuete-ettäisyydelle, raskaiden ajoneuvojen osuudelle ja mäkisyydelle, liikenteen suuntajakaumalle ja ohitusmahdollisuuksille sekä hitaille ajoneuvoille. Palvelutason määrittäminen tapahtuu käytösuhde–keskinopeuskäyrien avulla (*kuva 6*). Eri tietyypeille ja vapaille nopeuksille (keskimääräinen matkanopeus alhaisella liikennemäärällä) on omat käyränsä. Ensin lasketaan käytösuhde, keskimääräinen matkanopeus saadaan sen avulla käyrältä. Palvelutasoa kuvataan käytösuhteen ja keskimääräisen matkanopeuden avulla, ei palvelutasoluokalla. (Vejdirektoratet 2005.)



Kuva 6. Käytösuhde–keskinopeuskäyrä kaksikaistaisille teille Tanskassa (Vejdirektoratet 2005).

Liittymät

Liittymien palvelutasolle ei tanskalaisessa menetelmässä esitetä mitään luokkakriteerejä. Palvelutasosta voidaan tehdä päätelmiä lähinnä viivytysten suuruuden perusteella.

Valo-ohjauksettomille liittymille on laadittu käyrästöt, joilta voidaan liikennemäärien perusteella helposti nähdä, tarvitseeko tavallisessa t-liittymässä tehdä tarkempia välityskykytarkasteluja. Kiertoliittymissä välityskykytarkasteluja tehdään jos, kaikkien tulosuuntien yhteenlaskettu KVL on yli 10 000 ajoneuvoa. Valo-ohjauksissa liittymissä välityskykytarkastelut tulee aina tehdä.

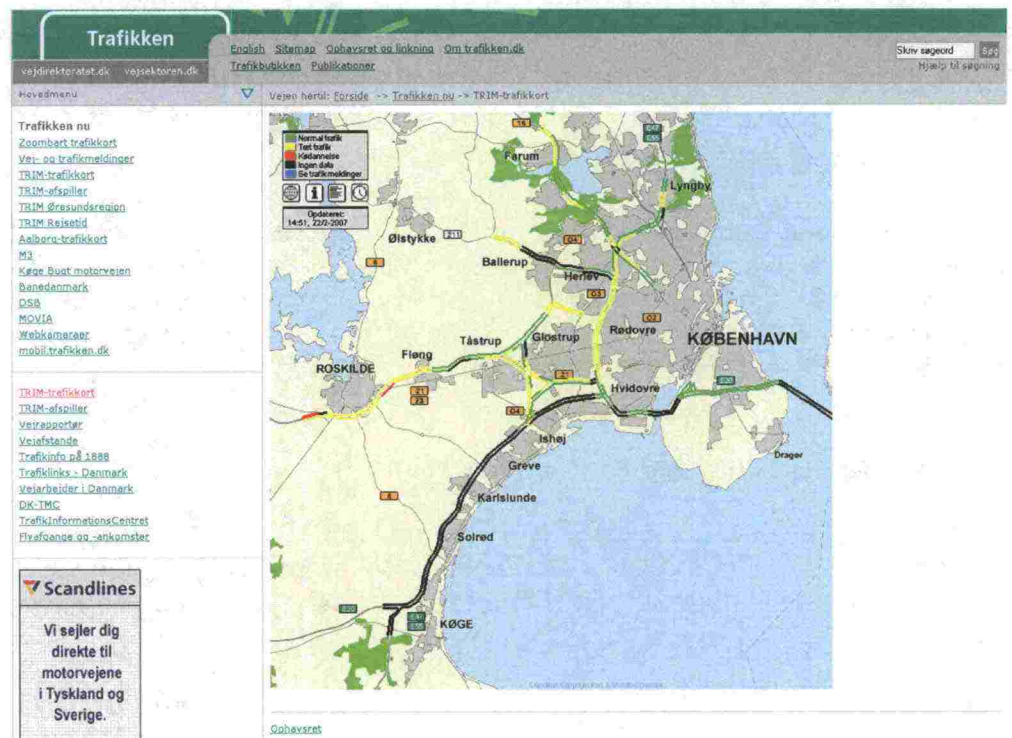
Lähtötietoina välityskykytarkasteluihin tarvitaan liittymän kaikkien liikennevirtojen liikennemäärät, ajoneuvotyyppijakaumat, kaistamäärät, valo-ohjauksettomissa liittymissä liittymägeometria ja väistämissuhteet sekä valo-ohjauksissa liittymissä ohjauksen vaihejako, suoja-ajat ja mahdollinen yhteenkytkentä. (Vejdirektoratet 2005.)

Valo-ohjauksettomissa liittymissä selvitetään ensin väistämissuhteet eli liikennevirrat jaetaan pää- ja sivuvirtoihin. Kullekin sivuvirran kaistalle lasketaan perusvälityskyky päävirran liikennemäärän, kriittisen aikavälin, purkautumisaikavälin ja tarkastelujakson pituuden avulla. Perusvälityskykyyn tehdään tarvittavat korjaukset liittymäolosuhteiden perusteella. Keskimääräinen viivytys per ajoneuvo lasketaan sivuvirran välityskyvyn, käytösuhteen ja tarkastelujakson pituuden avulla vastaavasti kuin HCM2000:ssa. Viivytykseen ei lasketa mukaan hidastuksesta ja kiihdytyksestä aiheutuvaa lisäviivettä. Lopuksi arvioidaan jononpituuden 95- ja 99-persentiilit käytösuhteen ja välityskyvyn avulla (käyriltä). (Vejdirektoratet 2005.)

Valo-ohjauksissa liittymissä selvitetään ensin mitoittavat liikennevirrat kais-toittain ja lasketaan yksittäisten virtojen sekä kaistojen ominaisvälityskyky. Ominaisvälityskyvyn perusarvo saadaan tarkasteluajan ja purkautumisaika-välin osamääränä, esimerkiksi suoraan menevän liikenteen kaistalla perus-arvo on 2 000 ha/h. Väistämisvelvollinen vasemmalle kääntyminen otetaan huomioon korjauskertoimella. Kunkin kaistan välityskyky lasketaan ominaisvä-lityskyvyn ja tehollisen vihreän ajan osuuden avulla. Raskaille ajoneuvoille on korjauskerroin. Viivytys lasketaan kuten HCM2000:ssa tasavälisen liiken-nevirran keskiviipeen ja satunnaisvaihtelun aiheuttaman lisäviipeen summa-na. Ensimmäinen termi lasketaan käyttösuhteen, tehollisen vihreän ajan ja kiertoajan avulla ja lisäviive määritetään käyttösuhteen, välityskyvyn ja tar-kasteluajan pituuden avulla. Valojen yhteenkytkennän vaikutus keskiviipee-seen otetaan huomioon korjauskertoimella. Lopuksi lasketaan jononpituuden 95- ja 99-persentiilit. (Vejdirektoratet 2005.)

5.5 Liikennetiedotus

Tanskassa liikennetilanteesta tiedotetaan keskitetysti Vejdirektoratetin toi-mesta. Tiedotusta varten on rakennettu laaja verkkosivusto (<http://www.-trafikken.dk/>). Sivustolta löytyy tietoa ajantasaisesta liikennetilanteesta Kööpenhaminan ympäristöstä ja Fyn saarelta sekä osasta Jyllantia. Tilannetiedot esitetään kartalla värikoodein ja asteikko on kolmeportainen: normaali, tiheä, hidas (+ ei tietoa) (kuva 7). Tieto perustuu mittaustietojen perusteella laskettuun liikennetiheyteen. Tiedot kerätään moottoriteihin asennettujen antureiden avulla. Anturit rekisteröivät ajoneuvomäärän, ajoneuvotyytit ja ajoneuvojen nopeudet. Tieto päivittyy kerran minuutissa. Sivustolta löytyy myös tietoa matka-ajasta, viivytyksistä ja nopeuksista. Viivytystiedot esitetään kartalla kolmiportaisella asteikolla: normaali, vähän viivytyksiä, suuria viivytyksiä (+ ei tietoa). Matka-aikatiedot kerätään kameroiden avulla siten, että ajoneuvot kuvataan kahdessa pisteessä ja rekisterikilpien tunnistuksella ajoneuvoille saadaan matka-aika ja nopeus. Viivytys saadaan selville, kun matka-aikatietoa verrataan siihen, miten kauan saman välin ajamiseen normaalisti menee. Sivustolta saa myös historiatietoja liikenteen sujuvuudesta. Myös kamerakuvaa liikennetilanteesta löytyy monista pisteistä.



Kuva 7. Tanskan Vejdirektoratetin liikennetilannetiedotuspalvelu Internetissä.

6 SAKSA

6.1 Palvelutasokäsite

Saksassa palvelutasosta käytetään termiä *Qualität des Verkehrsablaufs* eli vapaasti suomentaen liikennevirran laatu. HBS 2001-välityskykykäsikirjan mukaan käsite tarkoittaa liikennevirran laadun arviointia yhteenvetomaisesti tienkäyttäjän näkökulmasta. Arviointi perustuu sopiviin mitattavissa oleviin mittareihin ja niille asetettuihin laatukriteereihin. (FGSV 2001.)

6.2 Palvelutason määrittämismenetelmä

Saksassa on käytössä oma välityskykykäsikirja HBS 2001 (*Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen*), jonka menetelmät perustuvat pääosin saksalaisiin tutkimuksiin (FGSV 2001). Käsikirjan tuorein versio on vuodelta 2005.

Saksassa liikennevirran laatua kuvataan HCM-käsikirjan tapaan kuusiportaisella asteikolla A–F (A = paras laatu, F = heikoin laatu). Palvelutasoluokat on kuvattu myös sanallisesti tienkäyttäjien liikkumisvapauden kannalta kuten HCM-käsikirjassakin. Kullekin palvelutasoluokalle on lisäksi määritetty liikennemäärärajat.

6.3 Mitoittava liikennetilanne ja palvelutasotavoitteet

Saksan HBS-käsikirjassa ei ole määritetty varsinaista mitoitusvuotta. Sen määrää vastuussa oleva tieviranomainen. Nykyisin uusien teiden suunnittelussa mitoitus tähdätään usein vuodelle 2020. (Estel 2007.)

Myös mitoittavan huipputunnin määrää vastuussa oleva tieviranomainen. Yleensä mitoittavana tuntina käytetään vuoden 30. vilkkainta tuntia. Mitoittava liikennemäärä voidaan laskea myös osuutena vuoden keskimääräisestä vuorokausiliikennemäärästä (KVL). Esimerkiksi kaksikaistaisilla teillä arvo on 10–13 % KVL:stä. (FGSV 2001.)

HBS-käsikirjassa ei myöskään ole asetettu tavoitteita palvelutasolle. Tavoitteiden määrittely kuuluu niin ikään vastuussa olevalla tieviranomaiselle. Perussääntönä voidaan kuitenkin pitää sitä, ettei tie ole täysin kuormittunut tai puolityhjä. Molemmat tapaukset johtavat korkeisiin taloudellisiin kustannuksiin joko viivytysten tai tarpeettoman korkeiden rakennus- ja ylläpitokustannusten takia. Vakaan liikennevirran takaamiseksi olisi hyvä pyrkiä siihen, että palvelutasojen D ja E välistä rajaa ei ylitettäisi. Saksan liittovaltion liikenneministeriö on kehottanut soveltamaan edellä mainittua ohjetta maanteiden osalta, ja päätöstä on sen jälkeen sovellettu myös muualla. (Estel 2007.)

6.4 Palvelutasomittarit ja -kriteerit

Saksassa käytettävät HBS 2001-käsikirjan mukaiset palvelutasomittarit erilaisilla tieverkon osilla on koottu taulukkoon 18. Palvelutason määrittämenetelmää moottoriteiden ja kaksikaistaisten teiden linjaosuuksilla sekä liittymissä on kuvattu tarkemmin alla.

Taulukko 18. Palvelutasomittarit Saksassa erityyppisillä tieverkon osilla (FGSV 2001).

Tieverkon osa	Mittari
Moottoritien linjaosuus	käyttösuhde
Eritasoliittymä	käyttösuhde
Kaksikaistainen maantie	liikennetiheys
Valo-ohjauksinen liittymä	keskimääräinen viivytys
Valo-ohjaukseton liittymä	keskimääräinen viivytys
Pääväylän linjaosuus	-
Tieverkolla tapahtuva joukkoliikenne	matkanopeus häiriöiden todennäköisyys istuma-/seisomapaikkojen saatavuus
Pyörätie	-
Kävelytie	liikennetiheys
Pysäköintilaitokset	keskimääräinen sisään-/ulosajoaika (viivytys)

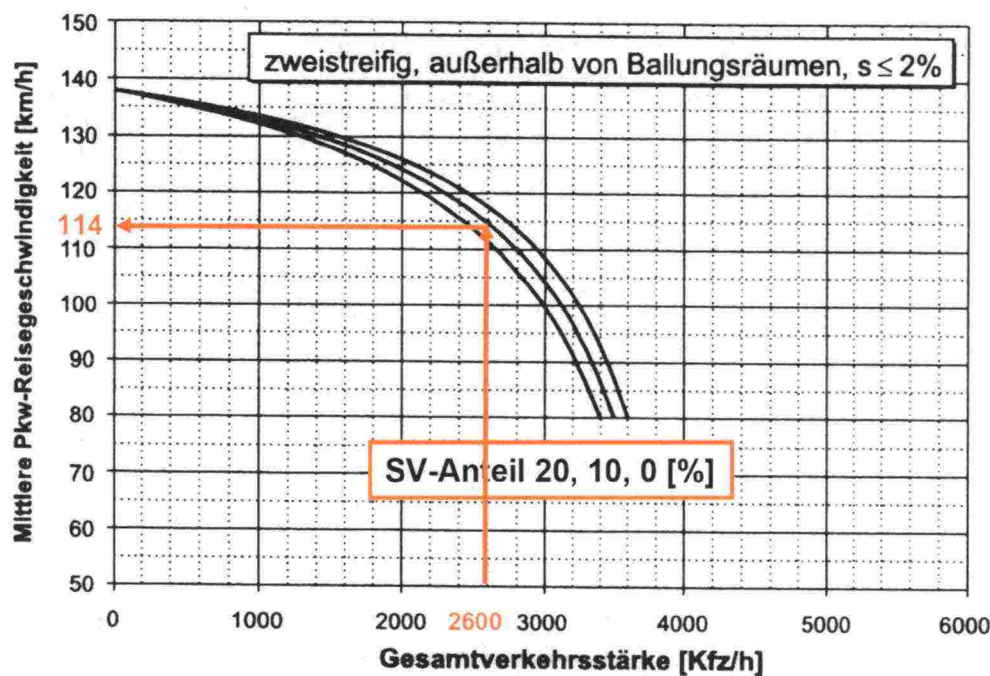
Moottoritien linjaosuudet

Saksassa moottoriteiden linjaosuuksilla palvelutason ensisijaisena mittarina on *käyttösuhde* (*Auslastungsgrad*) eli mitoitusliikennemäärän suhde välityskykyyn. Palvelutasokriteerit on esitetty taulukossa 19. Taulukossa on esitetty pyöristetyt arvot myös muille moottoriteiden palvelutasoa kuvaaville tekijöille. Taulukon arvot pätevät moottoriteiden kaksikaistaisilla ajoradoilla taajaman ulkopuolella, kun tielinja on tasainen, tiellä ei ole nopeusrajoitusta ja liikenne koostuu pelkistä henkilöautoista.

Taulukko 19. Palvelutasokriteerit moottoriteiden linjaosuuksilla Saksassa (FGSV 2001).

Palvelutaso	Henkilöautojen keskimääräinen hitaus (min/100 km)	Henkilöautojen keskimääräinen matkanopeus (km/h)	Liikennetiheys (ajon/km)	Käyttösuhde
A	≤ 46	≥ 130	≤ 8	≤ 0,30
B	≤ 48	≥ 125	≤ 16	≤ 0,55
C	≤ 52	≥ 115	≤ 23	≤ 0,75
D	≤ 60	≥ 100	≤ 32	≤ 0,90
E	≤ 75	≥ 80	≤ 45	≤ 1
F	> 75	< 80	> 45	-

Palvelutasotarkastelut tehdään kummallekin ajosuunnalle erikseen. Henkilöautojen keskimääräinen matkanopeus saadaan selville liikennemääränopeuskäyrien avulla (kuva 8). Ihannetilanteesta poikkeaville olosuhteille on kullekin oma käyränsä. Vaikuttavia tekijöitä ovat kaistamäärä (kaksi/kolme), pituuskaltevuus (<2 %, 3 %, 4 %, 5 %), väylän sijainti (taajama/ei taajama), raskaiden ajoneuvojen osuus (0 %, 10 %, 20 %) ja nopeusrajoitus. Käyriltä nähdään myös välityskyky. Välityskykyarvot on lisäksi taulukoitu. Esimerkiksi nopeusrajoitukseltaan 120 km/h moottoritien kaksikaistaisen ajoradan välityskyky on ihanneolosuhteissa 4 000 ajon/h. Kullekin palvelutasoluokalle voidaan laskea liikennemäärärajat.



Kuva 8. Henkilöautojen keskimääräisen matkanopeuden määrittäminen liikennemäärä–nopeus käyrältä (TU Graz 2004).

Kaksikaistaisten teiden linjaosuudet

Saksassa kaksikaistaisten teiden linjaosuuksilla ensisijaisena palvelutasomittarina on liikennetiheys (ajon/km) eli liikennemäärän suhde henkilöautojen keskimääräiseen matkanopeuteen. Palvelutasokriteerit on esitetty taulukossa 20.

Taulukko 20. Kaksikaistaisten teiden palvelutasokriteerit Saksassa (FGSV 2001).

Palvelutaso	Liikennetiheys (ajon/km) ¹⁾
A	≤ 5
B	≤ 12
C	≤ 20
D	≤ 30
E	≤ 40
F	> 40

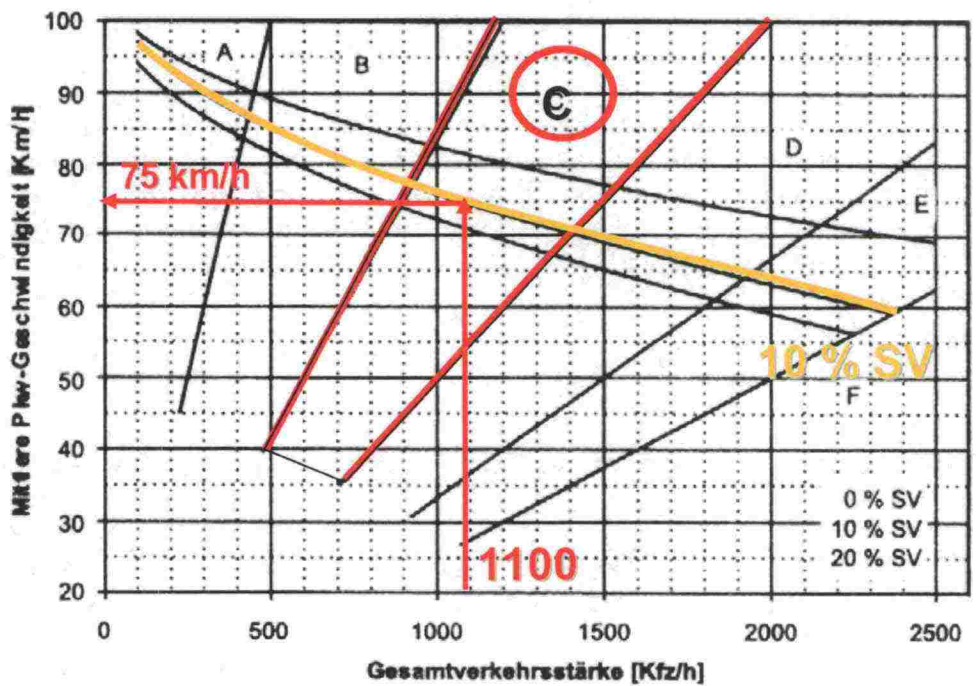
1) Molemmat ajosuunnat mukaan lukien

Palvelutaso määritetään tavallisesti koko poikkileikkaukselle yhteensä. Jos liikennemäärä on toiseen ajosuuntaan huomattavan erilainen, voidaan palvelutaso määrittää suunnittain. (FGSV 2001.)

Henkilöautojen keskimääräinen matkanopeus saadaan selville tieosan liikennemäärän avulla käyriltä, jotka perustuvat saksalaisiin tutkimuksiin. Liikennemäärä–nopeuskäyriä (esim. kuva 9) on laadittu viidelle eri kaltevuusluokalle ja neljälle kaarteisuusluokalle. Kaltevuusluokkien rajat perustuvat mitoittavan raskaan ajoneuvon keskinopeuteen (taulukko 21). Raskaille ajoneuvoille ei lasketa henkilöautoekvivalenteja, vaan erilaisille raskaiden ajoneuvojen osuuksille (0 %, 10 %, 20 %) on omat liikennemäärä–nopeuskäyränsä. Käyriltä nähdään myös välityskyky. Arvot on myös taulukoitu. Välityskyky ihanneolosuhteissa on 2 500 ajon/h molempiin suuntiin yhteensä. (FGSV 2001.)

Taulukko 21. Kaltevuusluokat kaksikaistaisilla teillä Saksassa (FGSV 2001).

Mitoittavan kuorma-auton keskimääräinen nopeus (km/h)	Kaltevuusluokka
> 70	1
55–70	2
40–55	3
30–40	4
< 30	5



Kuva 9. Palvelutason määrittäminen liikennemäärä–nopeuskäyriltä (TU Graz 2004).

Liittymät

Saksassa liittymien palvelutason mittarina on keskimääräinen viivytys (mittlere Wartezeit).

Taulukossa 22 on esitetty rajat keskimääräiselle viivytykselle eri palvelutasoluokissa valo-ohjauksettomissa liittymissä.

Taulukko 22. Palvelutasokriteerit valo-ohjauksettomissa liittymissä Saksassa (FGSV 2001).

Palvelutaso	Keskimääräinen viivytys (s)
A	≤ 10
B	≤ 20
C	≤ 30
D	≤ 45
E	> 45
F	- 1)

1) Taso F saavutetaan, kun käyttösuhte on suurempi kuin 1

Valo-ohjauksettomissa liittymissä jokaisen sivuvirran palvelutaso lasketaan erikseen, joten väistämissuhteet tulee määritellä hierarkkisin tasoina. Sivuvirtojen liikennemäärät muunnetaan henkilöautoekvivalenteiksi (kiertoliittymissä kaikki virrat). Välityskyky määritetään kriittisen aikavälin menetelmällä. Kullekin sivuvirralle lasketaan aluksi yhdistetty päävirta etuajo-oikeutettujen virtojen summana. Kunkin liittymätoiminnon perusvälityskyky saadaan selville käyriltä yhdistetyn päävirran avulla. Käyriä on kaikille eri liittymätoiminnoille ja erilaisissa liikenneympäristöissä sijaitseville liittymille (eli erilaisille kriittisille aikaväleille ja seuranta-aikaväleille). Perusvälityskykyyn tehdään mm. jonoutumisesta ja yhteisistä kaistoista aiheutuvat korjaukset. Keskimääräinen viivytys ja palvelutaso saadaan selville käyrästä kunkin virran käyttämättömän välityskyvyn perusteella. (FGSV 2001.)

Taulukossa 23 on esitetty rajat keskimääräiselle viivytykselle kulkumuodotain eri palvelutasoluokissa valo-ohjauksissa liittymissä. Moottoriajoneuvo-liikenteen osalta palvelutaso määräytyy viivytyksen mukaan, jos tulosuunnalla ei ole valojen yhteenkytkentää. Jos yhteenkytkentä on, palvelutaso määräytyy suoraan läpi ajaneiden osuuden tai pysähtymään joutuvien osuuden mukaan.

Taulukko 23. Palvelutasokriteerit valo-ohjauksissa liittymissä Saksassa (FGSV 2001).

Palvelutaso	Hyväksyttävä keskimääräinen viivytys (s)				Suoraan läpi ajavien osuus (%)
	Joukko-liikenne	Polku-pyörä-liikenne	Jalan-kulku-liikenne ¹⁾	Moottori-ajoneuvo-liikenne (ei yhteenkytkentää)	Moottori-ajoneuvo-liikenne (yhteenkytkentä)
A	≤ 5	≤ 15	≤ 15	≤ 20	≥ 95
B	≤ 15	≤ 25	≤ 20	≤ 35	≥ 85
C	≤ 25	≤ 35	≤ 25	≤ 50	≥ 75
D	≤ 40	≤ 45	≤ 30	≤ 70	≥ 65
E	≤ 60	≤ 60	≤ 35	≤ 100	≥ 50 *
F	> 60	> 60	> 35	> 100	< 50 *

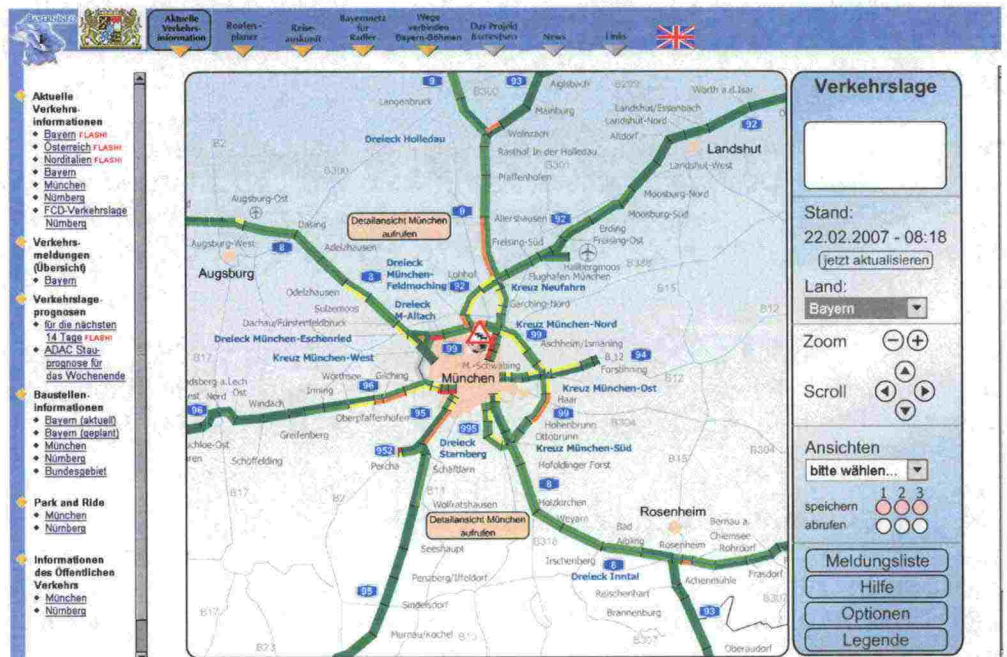
1) 5 s lisäys jos ylityksiä useampia
* yhteenkytkennällä ei vaikutusta

Valo-ohjauksissa liittymissä palvelutason määrittäminen tapahtuu kaistoittain. Lähtötietoina tarvitaan liikennemäärät, kaistojen ominaisvälityskyky, valojen vaihejako sekä suoja-ajat. Kaistan välityskyky lasketaan ominaisvälityskyvyn ja vihreän ajan osuuden tulona. Ominaisvälityskyvyn oletusarvo on 2 000 ha/h. Oletusarvoa korjataan olosuhteista johtuvilla korjauskertoimilla (raskas liikenne, kaistan leveys, kaarresäde, pituuskaltevuus, jalankulkuliikenne). Keskimääräinen viivytys lasketaan kiertoajan, vihreän ajan osuuden ja ominaisvälityskyvyn avulla. Jos kaistan jono ei ehdi purkautua vihreän aikana, mukaan otetaan myös siitä aiheutuva lisäviive. Saksalaisessa menetelmässä otetaan huomioon myös monet erikoistapaukset kuten lyhyet kaislat. (FGSV 2001.)

6.5 Liikennetiedotus

Saksassa liikennetiedotusta ei ole keskitetty yhteen paikkaan vaan eri osavaltioilla ja kaupungeilla on omia tiedotuspalveluitaan. Saksan liikenneministeriö Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung antaa infoa keskitetysti Saksan tienrakennustöistä ja niiden aiheuttamista ruuhkista Internetissä sivulla <http://www.bmvbs.de/Service/-373/Baustellen-Informationssystem.htm>. Myös Saksan autoliitto tarjoaa ruuhkatiedotuspalvelua jäsenilleen (www.adac.de).

Esimerkiksi Baijerin alueella on käytössä tiedotuspalvelu, joka löytyy Internetsivulta http://www.bayerninfo.de/verkehr/h_verkeh.htm. Ajantasainen liikennetilanne on kerrottu karttapohjalla väreillä ruuhkautumista kuvaavalla viisiportaisella asteikolla: vapaa, vilkas, tiheä, ruuhkavaara, ruuhka (kuva 10). Nürnbergin alueelta on saatavissa myös nopeustietoa, joka perustuu FCD-mittauksiin (Floating Car Data). Nopeustiedot kerrotaan kartalla väreillä kolmiportaisella asteikolla: sujuva, jonoutunut, pysähtynyt. Luokkien rajat ovat erityyppisillä teillä erilaiset. Tiedot päivittyvät minuutin välein. Liikennetilanteesta löytyy myös ennustetietoja seuraaville päiville.



Kuva 10. Baijerin liikennetilannetiedotuspalvelu Internetissä.

7 SVEITSI

7.1 Palvelutasokäsite

Sveitsissä palvelutasosta käytetään termiä *Verkehrsqualität*, liikenteen laatu. Sen sisältö on HCM-käsikirjan mukainen.

7.2 Palvelutason määrittämismenetelmä

Sveitsissä välityskyky- ja palvelutasotarkasteluista on laadittu omat normit (VSS 1998, 1999a, 1999b, 1999c, 2000, 2006a, 2006b). Liikennevirran laatua kuvataan HCM-käsikirjan tapaan kuusiportaisella palvelutasoasteikolla. Palvelutasoja kuvaillaan myös sanallisesti. Menetelmät ovat hyvin paljon saksalaisen HBS2001-käsikirjan menetelmien kaltaisia, mutta parametrit on sovittu sveitsiläisiin olosuhteisiin. Palvelutason lisäksi voidaan arvioida väylän kuormittavuutta (*belastbarkeit*) ympäristön, turvallisuuden ja tien ylläpidon kannalta.

7.3 Mitoittava liikennetilanne ja palvelutasotavoitteet

Sveitsissä tiensuunnittelussa ei toistaiseksi ole olemassa ohjeistusta mitoittavasta liikennetilanteesta. Mitoitusliikennemäärä valitaan tapauskohtaisesti ja arvioidaan esimerkiksi osuutena vuoden keskimääräisestä vuorokausiliikenteestä tuntijärjestyskäyrän avulla. Uutta normia ollaan parhaillaan suunnittelemassa. Ideana on, että palvelutaso- ja välityskykytarkasteluissa mitoittavana liikennemääränä ei käytettäisikään perinteiseen tapaan pelkkää vuoden keskimääräiseen vuorokausiliikenteeseen perustuvaa arviota vaan että sekä liikenteen kysyntää että tien välityskykyä käsiteltäisiin satunnaismuuttujina. Näin voidaan arvioida myös sellaisten tilanteiden todennäköisyys, jolloin liikennemäärä on välityskykyä suurempi. Tuloksia voidaan helposti hyödyntää hyötykustannustarkasteluissa (Axhausen 2007, Bernard 2005, Bernard ja Axhausen 2007). Myös Saksassa on tehty vastaavia tutkimuksia.

Normeissa on annettu väylien liikenneteknistä mitoitusta varten palvelutasosuosituksia. Uusilla ja peruskorjattavilla moottoriteillä suosituksena on kaupunkialueilla palvelutasojen D–E välinen raja ja maaseutualueilla palvelutasojen C–D välinen raja. Kaksikaistaisten teiden osalta pyritään palvelutasoon D.

Liikenteen kehitystä seurataan jatkuvasti. Tieverkolla on yli 250 liikenteen automaattista mittausasemaa. Liikennemäärien ja ruuhkatuntimäärien kehityksestä tieverkolla raportoidaan vuosijulkaisussa (ASTRA 2006).

7.4 Palvelutasomittarit ja -kriteerit

Sveitsissä tieverkon eri osilla käytettävät palvelutasomittarit on koottu taulukkoon 24. Palvelutason määrittämismenetelmää moottoriteiden ja kaksikaistaisten teiden linjaosuuksilla sekä liittymissä on kuvattu tarkemmin alla.

Taulukko 24. Palvelutasomittarit Sveitsissä erityyppisillä tieverkon osilla (VSS 1998, 1999a, 1999b, 1999c, 2000, 2006a, 2006b).

Tieverkon osa	Mittari
Moottoritien linjaosuus	käyttösuhde
Eritasoliittymä	moottoritien oikeanpuoleisen kaistan liikennemäärä liittymän jälkeen
Kaksikaistainen tie	ei ole vielä määritetty
Valo-ohjauksinen liittymä	nykyisin käyttösuhde, jatkossa viivytys
Valo-ohjaukseton liittymä	keskimääräinen viivytys
Kiertoliittymä	keskimääräinen viivytys

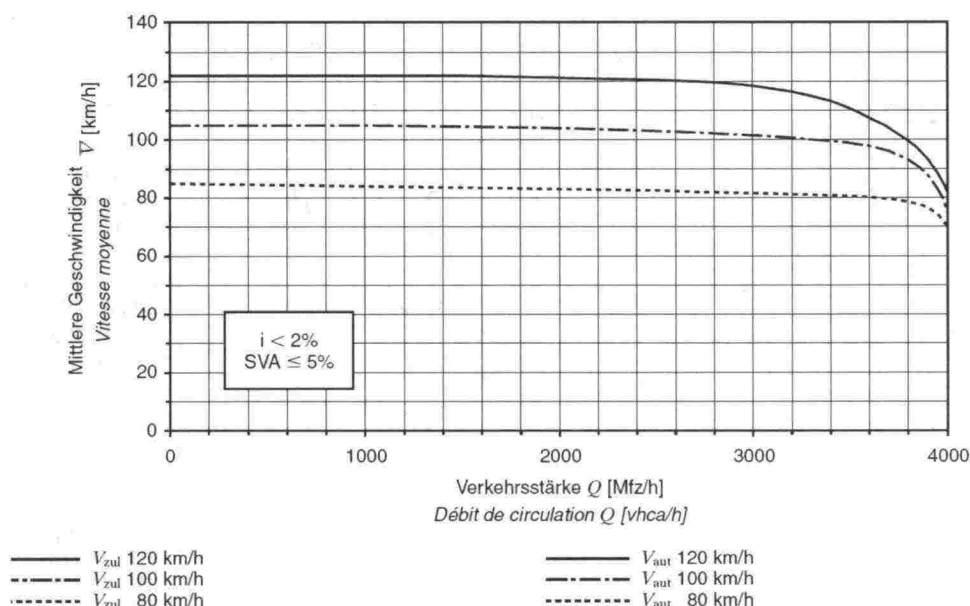
Moottoritien linjaosuus

Moottoriteiden linjaosuudella palvelutasomittarina on *käyttösuhde* (*Auslastungsgrad, degré d'utilisation*, liikennemäärä/välityskyky). Palvelutasokriteerit käyvät ilmi taulukosta 25.

Taulukko 25. Moottoritielinjan palvelutasokriteerit Sveitsissä (VSS 2006).

Palvelutaso	Käyttösuhde
A	≤ 0,4
B	≤ 0,6
C	≤ 0,8
D	≤ 0,9
E	≤ 1,0
F	> 1,0

Moottoritien välityskyky ja palvelutaso määritetään ajosuunnittain. Välityskyky määritetään nopeusrajoituksen (120, 100, 80 km/h), raskaan liikenteen osuuden (≤ 5 %, > 5–15 %, >15–25 %) ja pituuskaltevuuden (< 2 %, 2–4 %, > 4 %) avulla. Arvot on taulukoitu moottoritietyypeittäin (kaksi tai kolme kaistaa/suunta). Normissa on myös esitetty liikennemäärä–keskinopeusdiagrammit eri tietyypeille ja eri lähtöarvoille (kuva 11). Kaksikaistaisen moottoritien välityskyky ihanneolosuhteissa on 4 000 ajon/h. Kuljettajapopulaation vaikutus arvioidaan laadullisesti. Myös muut välityskykyyn vaikuttavat tekijät kuten, sivueste-etäisyys, raskaiden ajoneuvojen ohituskieltoalueet ja sää- ja valaistusolosuhteet, otetaan huomioon tarvittaessa ja niiden vaikutus arvioidaan laadullisesti. Lopuksi liikennemäärää verrataan välityskykyyn, ja palvelutaso määrätään käyttösuhteen perusteella. Lisäksi voidaan ilmoittaa käyttämätön välityskyky tai välityskykyvaje. (VSS 2006.)



Kuva 11. Kaksikaistaisen moottoritien Q-V-diagrammi, pituuskaltevuus < 2 %, raskaiden ajoneuvojen osuus < 5 % (VSS 2006).

Kaksikaistaiset tiet

Kaksikaistaisten teiden osalta palvelutasonormeja ollaan parhaillaan uudistamassa. Vanhassa normissa esitetään vain välityskyvyn määrittämismenetelmä. Tarkoituksena on kuitenkin kehittää HCM-tyyppinen kuusiportainen palvelutasokriteeristö myös kaksikaistaisten teiden osalle.

Vanhassa normissa kaksikaistaisten teiden välityskykyarvot saadaan taulukosta tien kaltevuusluokan (5 luokkaa), kaarteisuusluokan (4 luokkaa) ja raskaiden ajoneuvojen osuuden (0, 5, 10, 15 %) avulla. Kaltevuus- ja kaarteisuusluokat määritetään vastaavalla tavalla kuin Saksassa. Ohituskielto-osuuksien määrä otetaan huomioon kaarteisuutta laskettaessa. Muille välityskyvyn vaikuttaville tekijöille ei ole valmiita korjauskertoimia, mutta esimerkiksi kuljettajapopulaation, kaistaleveyden, sivueste-etäisyyden ja hitaampien ajoneuvojen vaikutus arvioidaan laadullisesti. Ihanneolosuhteissa kaksikaistaisen tien välityskyky on 2 500 ajon/h (molemmat ajosuunnat yhteensä). (VSS 1999b.)

Liittymät

Valo-ohjauksettomien liittymien osalta palvelutasomittarina on keskimääräinen viivytys (*mittlere Wartezeit, temps d'attente moyen*).

Rajat keskimääräiselle viivytykselle valo-ohjauksettomissa liittymissä eri palvelutasoluokissa on esitetty taulukossa 26.

Taulukko 26. Palvelutasokriteerit valo-ohjauksettomissa liittymissä Sveitsissä (VSS 1999c, Koy 2007).

Palvelutaso	Keskimääräinen viivytys (s)
A	≤ 10
B	≤ 20
C	≤ 30
D	≤ 45
E	> 45
F	-

Valo-ohjauksettomissa liittymissä palvelutason määrittämismenetelmä on hyvin samantapainen kuin Saksassa. Palvelutaso lasketaan jokaiselle sivuvirralle erikseen. Aluksi määritetään liittymän väistämissuhteet hierarkkisin tasoina ja kullekin sivuvirralle lasketaan yhdistetty päävirta etuajo-oikeutettujen virtojen summana. Kunkin sivuvirran liikennemäärät muunnetaan henkilöautoekvivalenteiksi. Perusvälityskyky kullekin sivuvirralla ja eri liittymätoiminnoille saadaan määriteltä käyrästä päävirran avulla. Perusvälityskykyyn tehdään jonoutumisesta ja yhteisistä kaistoista aiheutuvat korjaukset. Lopuksi lasketaan käyttämätön välityskyky, jonka avulla keskimääräinen viivytys voidaan lukea käyrästä. (VSS 1999c.)

Valo-ohjauksissa liittymissä palvelutasomittarina on toistaiseksi *käyttösuhde* (*Auslastungsgrad, degré d'utilisation*). Kyseistä normia ollaan kuitenkin parhaillaan päivittämässä, ja uudessa normissa mittarina tulee Saksan tapaan olemaan keskimääräinen viivytys. (Koy 2007.)

Taulukko 27. Palvelutasokriteerit valo-ohjauksissa liittymissä Sveitsissä (VSS 2000).

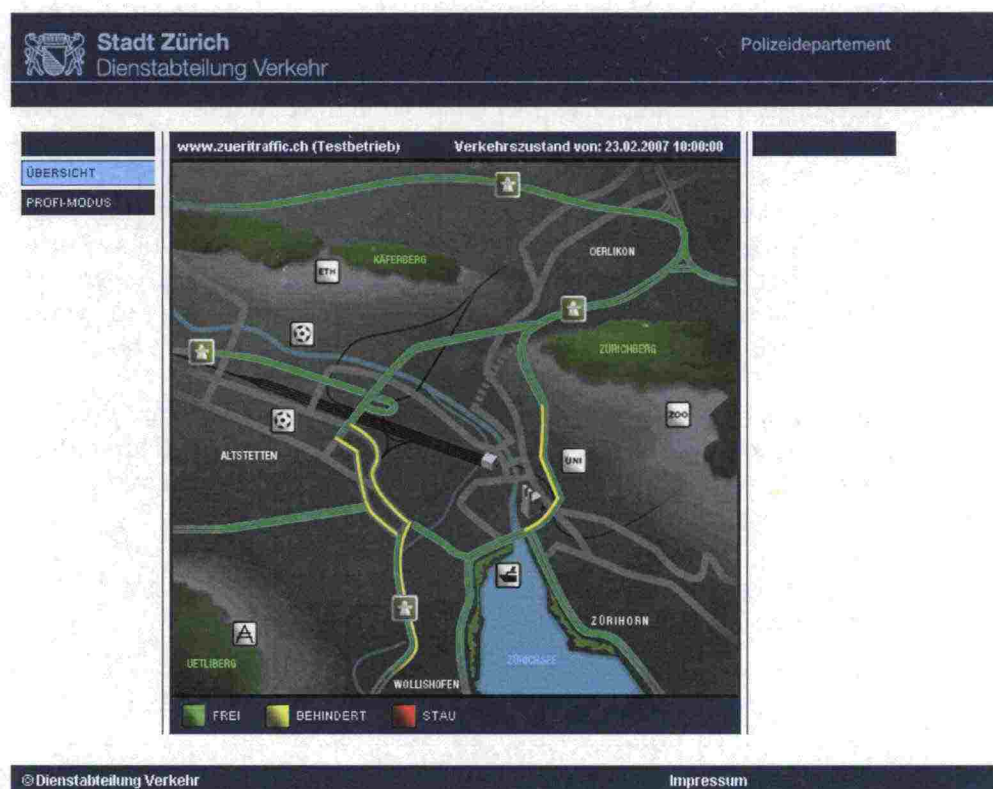
Palvelutaso	Käyttösuhde
A	≤ 0,3
B	≤ 0,5
C	≤ 0,7
D	≤ 0,85
E	≤ 1,0
F	> 1,0

Valo-ohjauksissa liittymissä palvelutaso määritetään kaistoittain. Koko liittymän palvelutaso määräytyy palvelutasoltaan heikoimman kaistan perusteella. Lähtötietoina palvelutasotarkasteluissa tarvitaan virtojen liikennemäärät, jotka muutetaan henkilöautoekvivalenteiksi. Lisäksi tulee tuntea valo-ohjauksen vaihejako ja suoja-ajat. Kaistan välityskyky lasketaan ominaisvälityskyvyn ja vihreän ajan osuuden tulona. Ominaisvälityskyvyn ohjearvo on 1 800 ha/h. Jos liittymägeometria ym. olosuhteet poikkeavat referenssiolosuhteista, välityskykyyn tehdään korjauksia. Samoin jos kaistan sisääntulo jonoutuu, välityskykyyn tehdään korjauksia. Käyttösuhde saadaan kaistan liikennemäärän ja välityskyvyn suhteena. Taulukossa 27 esitetyt rajat käyttösuhteelle pätevät sekä erillisohjauksissa että yhteenkytketyissä liittymissä. (VSS 2000.)

7.5 Liikennetiedotus

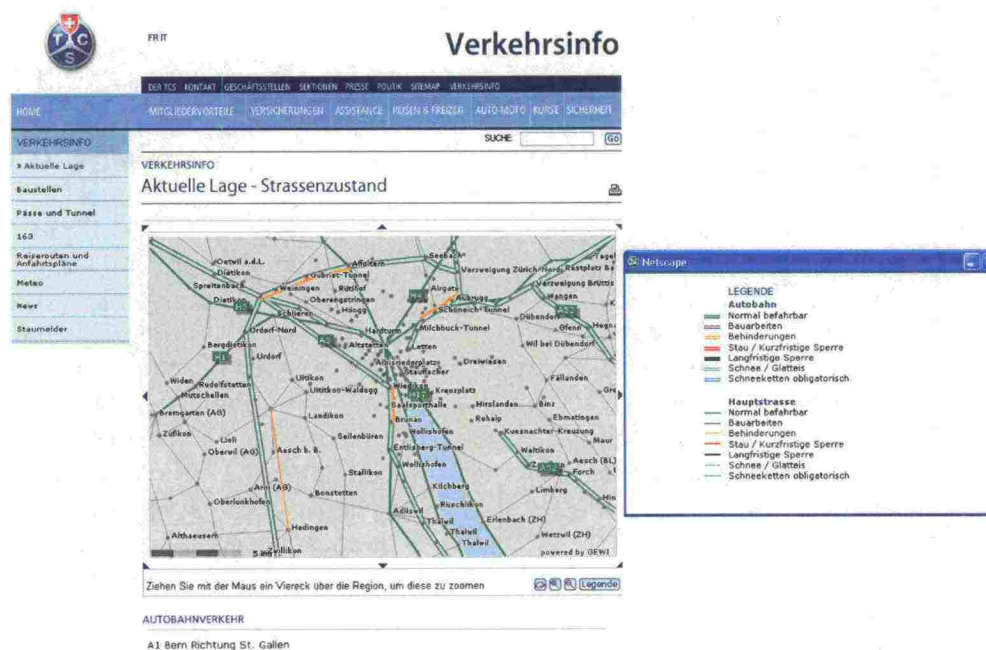
Sveitsissä liikenteenhallinta ja liikennetiedotus on organisoitu alueellisesti, mutta Sveitsin tiehallinto ASTRA on parhaillaan kehittämässä myös valtakunnallista liikenteenhallintakeskusta.

Esimerkiksi Zürichin liikennetilanteesta tiedotetaan Internet-sivustolla <http://www.zuerittraffic.ch/>. Yleistilanteen osalta asteikko on kolmiportainen: vapaa, häiriintynyt, ruuhka (kuva 12). Sivustolta löytyy myös yksityiskohtaisempaa tietoa liikennemääristä ja liikennemäärän kehittymisennusteita. Asteikko on neliportainen, mukana on luokka: pysähtelevä.



Kuva 12. Zürichin liikennetilannetiedotus Internetissä.

Liikennetiedotusta antaa myös mm. TCS (Touring Club Schweiz). Sen Internetsivulla (<http://www.tcs.ch/main/de/home/verkehrsinfo.html>) on kartta, jolla on kerrottu lähinnä ajosolosuhteista: ovatko olosuhteet normaalit, onko hidastuksia, onko ruuhkaa, onko pitkäkestoisia pysähdyksiä jne. Olosuhteet näytetään kartalla eri väreillä (kuva 13). Palvelua saa myös puhelimitse.



Kuva 13. TCS:n liikennetilannetiedotuspalvelu Internetissä.

Johtava liikennetietopalvelujen tarjoaja Sveitsissä on yhtiö nimeltä Viasuisse. Se tuottaa tuoretta liikennetietoa ja ennusteita niin julkiselle medialle kuin yksityisille radioasemillekin. Viasuisse on myös TCS:n tiedotuspalvelun takana. Tietonsa se kerää eri lähteistä kuten poliisilta, tienkäyttäjiltä ja Sveitsin tiehallinnolta, lisäksi sillä on omia liikennekameroita ja tiedonkeruuantureita tieverkolla. (Viasuisse 2007.)

8 ALANKOMAAT

8.1 Palvelutasokäsite, mitoittava liikennetilanne ja palvelutasotavoitteet

HCM-käsikirjaan perustuvat palvelutasoperiaatteet toimivat pitkään Alankomaiden tiensuunnittelun lähtökohtana. Alankomaiden ensimmäisessä liikennepoliittikan pitkäntähtäimen suunnitelmassa (*Transport Structure Plan, Structuurschema Verkeer and Vervoer*) eri tietyypeille esitettiin tiukat tavoitteet palvelutason suhteen. Vähitellen kuitenkin huomattiin, että HCM-menetelmät eivät sellaisenaan soveltuneet Alankomaiden liikenneolosuhteisiin ja että päätöksenteon tueksi tarvittiin palvelutasotarkasteluja objektiivisempia arviointimenetelmiä. Laadullisten arviointien sijasta tarvittiin mitattavia lukuja, joita voitiin hyödyntää myös tiehankkeiden taloudellisissa arvioinneissa. (Stembord 1991.)

Toista liikennepoliittista suunnitelmaa laadittaessa liikenteen toiminnallista laatua päätettiin tarkastella uudella tavalla. Koko päätieverkolle asetettiin yhteinen laatutavoite (vuodelle 2010): normaalina arkipäivänä teillä, jotka yhdistävät tärkeimmät satamat maan muihin osiin, ruuhkaan joutumisen todennäköisyys tulee olla alle 2 % ja muilla valtion teillä alle 5 %. Tavoite perustui tehtyihin hyötykustannusanalyysihin. Tavoitetta ryhdyttiin käyttämään lähtökohtana tien liikenneteknisessä mitoituksessa. Mitoituksen lähtötiedoksi tarvittiin luonnollisesti myös mitoitusvuoden liikenne-ennuste. Tavoitteen perusteella voitiin laskea kriittinen liikennemäärä, joka määräsi esim. tiegeometrian. (Stembord 1991.)

Tuoreimmassa voimassa olevassa pitkäntähtäimen liikennepoliittikaasiakirjassa (*Mobility policy document, Nota Mobiliteit*) vuoden 2020 tavoitteeksi on asetettu, että 95 % kaikista ruuhka-ajan matkoista tulisi olla perillä "ajoissa". Ajoissa oleminen tarkoittaa sitä, että pitkillä matkoilla vielä 20 % kyseisen ajankohdan ennakoitavissa olevaa matka-aikaa pitempi tai lyhyempi matka-aika on hyväksyttävä, lyhyillä matkoilla vaihteluväliksi on määrätty 10 minuuttia. Kaupunkien välisillä moottoriteillä matka-aika ruuhka-aikoina saa olla korkeintaan 150 % ruuhka-ajan ulkopuolisesta matka-ajasta. Kaupunkien kehäteillä ja muilla valtion teillä vastaava prosentti saa olla korkeintaan 200 %. (Ministerie van Verkeer en Waterstaat 2005.)

Asetettujen tavoitteiden toteutumista seurataan säännöllisesti. Liikenteen sujuvuudesta julkaistaan vuosittain lyhyt raportti, jossa kerrotaan millaisia nopeudet, liikennemäärät ja matka-ajat pääteillä ovat olleet ja missä ovat pahimmat ruuhkapaikat. Ruuhkien osalta seurataan mm. ruuhkien määrää, kestoa, jononpituuksia sekä vakavuutta (jononpituus * ruuhkan kesto). Myös ruuhkien aiheuttamia viivytyksiä seurataan. Ajoneuvojen aikahukkaa käytetään perustana arvioitaessa ruuhkien taloudellisia vaikutuksia. (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat 2004.)

8.2 Palvelutason määrittämismenetelmä, palvelutasomittarit ja -kriteerit

Alankomaissa ei enää käytetä HCM:n mukaista palvelutasoluokitusta (Nevala ym. 2003). Liikenteen laatua tarkastellaan laskentamallilla, jonka avulla pystytään arvioimaan matka-aikoja, viivytyksiä ja niiden ennustettavuutta. Malli ei laske tunnuslukuja tietylle erityiselle mitoitustilanteelle vaan tarjoaa edustavia tuloksia yleisesti tapahtuvista ruuhkautumistilanteista. Malli perustuu ajatukseen, että sekä välityskyky että liikenteen kysyntä vaihtelevat jatkuvasti. Malli on rakennettu empiiristen tutkimusten sekä simulointien avulla. (Stembord 1991, van Toorenborg 1991.)

Mallia varten lähtötietona tulee tuntea vähintään tien keskimääräinen välityskyky normaaleissa olosuhteissa (C), vuoden keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä (KVL) ja liikenteen suuntajakauma huipputunteina. Ruuhkaan joutuvien ajoneuvojen osuus (ja muut tunnusluvut) saadaan selville KVL/C-suhteen ja ns. suuntajakaumasuhteen (24 h:ltä) avulla. (Stembord 1991, van Toorenborg 1991.)

Välityskykytarkasteluissa Alankomaissa on perinteisesti käytetty ulkomaisia käsikirjoja kuten HCM:ia. Moottoriteiden välityskykytarkasteluja varten on kuitenkin laadittu oma käsikirja *Capaciteitswaarden Infrastructuur Autosnelwegen*, jonka uusin versio on vuodelta 2002 (AVV 2002). Käsikirjan välityskykyarvot perustuvat Alankomaissa tehtyihin kenttä- ja simulointitutkimuksiin. Välityskykyarvot edustavat välityskyvyn mediaania hyvissä olosuhteissa. Välityskykyarvot on esitetty myös uudessa moottoriteiden suunnitteluohjeessa (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat 2007).

Moottoriteillä välityskyvyn perusarvo riippuu ajoradan kaistamäärästä. Esimerkiksi kun kaistoja on kaksi, välityskyky on 4 650 ha/h (taulukko 28). Välityskyky on annettu henkilöautoekvivalentteina. Perusarvoa korjataan olosuhteista aiheutuvilla korjauskertoimilla, joita on esimerkiksi ajoradan leveydelle sekä valaistus- ja sääolosuhteille (erilaisille tien pintamateriaaleille). Välityskykyohjeissa on annettu välityskyvyn perusarvoja myös moottoriteiden sekoittumisalueille ja tietöiden aikaisille kaistajärjestelyille (AVV 2002, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat 2007).

Muiden tietyyppien osalta ei ole olemassa erillistä välityskykykäsikirjaa. Tiesuunnitteluohjeet (Handboek Wegontwerp) on uusittu vuonna 2002.

Taulukko 28. Välityskyvyn ohjearvot Alankomaiden moottoriteillä (AVV 2002).

Tietyyppi	Kaistamäärä	Välityskyky (hay/h)	hay-keroi
Moottoritie	1 (pituus > 1 500m)	2 160	2,0
	1 (pituus < 1 500m)	2 310	1,5
	2	4 650	1,5
	3	7 250	1,5
	4	9 700	1,5
	5	12 150	1,5
	6	14 450	1,5
Moottoriliikennetie	1	1 575	2,0
	2	4 000	2,0

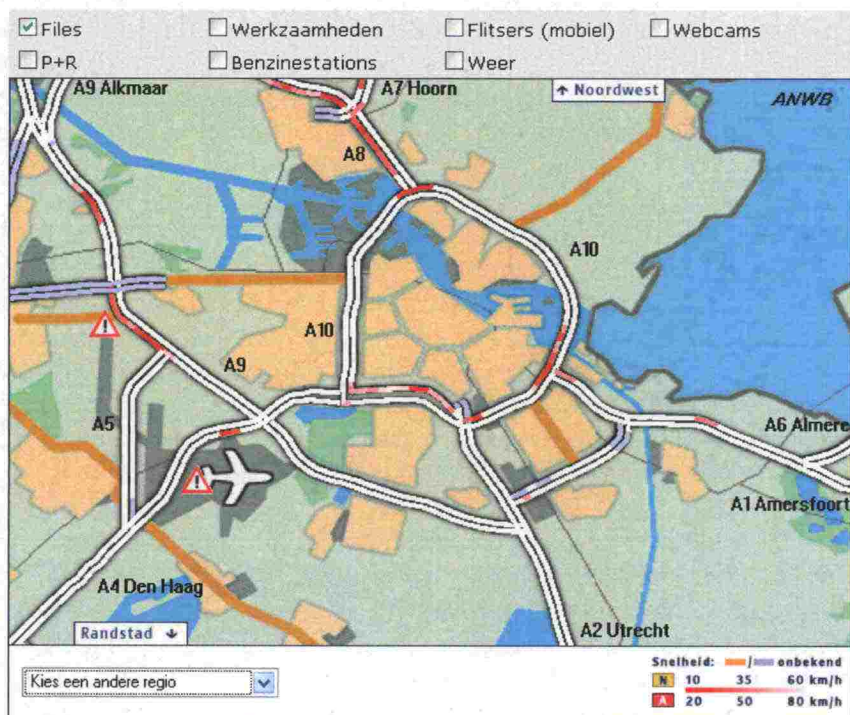
8.3 Liikennetiedotus

Alankomaissa liikennetiedotus on järjestetty Autoliiton (ANWP) kautta. Internetsivulla (http://www.anwb.nl/verkeer/verkeersinformatie_nederland.nl.html) liikenteen nopeus kerrotaan ajantasaisesti karttamuodossa liukuvalla väriskaalalla (kuva 14): Mitä tummemman punainen väri kartalla on, sitä hitaammin liikenne etenee. Jos tietoja ei ole, väri on harmaa. Sivustolta löytyy myös kamerakuvaa liikennetilanteesta eri osissa tieverkkoa.

Verkeerssituatie Amsterdam, 22-02-2007 08:25 u.

Voor files onderweg: bel 0900 96 22 (€ 0,50 p/m)

Files op uw route per sms? **Gratis proberen, klik hier.**



> Files ^

A4 Delft richting Amsterdam tussen Schiphol en knp. Badhoevedorp 2 km, Vertraging tot 1 minuut

2 km

A9 Alkmaar richting Amstelveen tussen Haarlem-Zuid en Badhoevedorp 2 km, Vertraging tot 3 minuten

2 km

> Vertragende werkzaamheden ^

> Flitsers (mobiel) ^

> Alle meldingen op wegnummer ^

Bronnen: ANWB Reisinformatie, ERIC3000, Flitsservice.nl, VCNL, Meteo Consult BV

Kuva 14. ANWP:n liikennetilannetiedotuspalvelu Internetissä.

9 ENGLANTI

9.1 Palvelutasokäsite ja palvelutason määrittämismenetelmä

Englannissa tiensuunnittelussa ei käytetä HCM-käsikirjan mukaista palvelutasoon perustuvaa lähestymistapaa. Tiensuunnittelussa käytettävä välityskyvyn arviointimenetelmä perustuu empiirisiin tutkimuksiin, joissa on selvitetty teiden erilaisia toiminnallisia Aspekteja. Tutkimusten perusteella on otettu käyttöön "käytännölliseen välityskykyyn" (*practical capacity*) perustuvat suunnittelunormit. Niitä käytetään teiden liikenneteknisessä mitoituksessa sekä maaseudulla että kaupungeissa, ja ne ovat perustana myös hankkeiden vaikutusten arvioinnille. (O'Flaherty 1997.)

Liittymien osalta välityskykytarkasteluissa käytetään laskentaohjelmia, kuten ARCADY, PICADY ja OSCADY.

9.2 Mitoittava liikennetilanne, palvelutasotavoitteet, palvelutasomittarit ja -kriteerit

Teiden linjaosuudet

Englannissa maaseututeilla ajoradan standardi ja leveys valitaan vuoden keskimääräisen vuorokausiliikennemäärän (KVL, ajon/d) perusteella. Uusien maaseututeiden mitoituksen lähtökohdaksi on määritetty ohjearvot (taulukko 29). Nykyisin referenssivuotena käytetään tien avaamisvuotta, koska se tarjoaa luotettavamman indikaattorin liikennemäärälle kuin aiemmin käytetty mitoitusvuosi (15. vuosi tien avaamisen jälkeen). Kunkin poikkileikkaustyyppin liikennemäärille on esitetty ala- ja yläraja. Ne on määritetty taloudellisten tarkastelujen perusteella. Suunnittelijoiden päätettäväksi ja arvioitavaksi jää paikallisesti, mikä standardi on taloudellisesti ja toiminnallisesti hyväksyttävien. Ohjearvot eivät kerro mitään tien todellisesta välityskyvystä. Niitä ei myöskään pidä käyttää teiden parantamistoimia suunniteltaessa. (DMRB 1997.)

Toiminnallisessa arvioinnissa on otettava huomioon myös tien ruuhkautumiskyky ja ylläpidolliset asiat. Ruuhkautumista indikoiva liikennemäärä (*congestion reference flow*) on KVL:n arvo, jolla tie alkaa todennäköisesti ruuhkautua. Se lasketaan tien välityskyvyn, kaistamäärän, leveyskertoimen, huipputuntiosuuden, huipputunnin suuntajakautuman osuuden, KVL:n ja KAVL:n avulla. Välityskykyyn vaikuttaa raskaiden ajoneuvojen osuus huipputuntina ja tien standardi. (DMRB 1997.)

Taulukko 29. Taloudelliset liikennemäärät (KVL) uusilla maaseututeillä tien avausvuotena (DMRB 1997).

Ajoradan standardi	Avaamisvuoden KVL	
	Minimi	Maksimi
S2 (normaali 7,3 m leveä kaksikaistainen)	≤ 13 000	
WS2 (10 m leveä kaksikaistainen)	6 000	21 000
D2AP (kaksiajoratainen 2+2-kaistainen)	11 000	39 000
D3AP (kaksiajoratainen 3+3-kaistainen)	23 000	54 000
D2M (moottoritie 2+2-kaistainen)	≤ 41 000	
D3M (moottoritie 3+3-kaistainen)	25 000	67 000
D4M (moottoritie 4+4-kaistainen)	52 000	90 000

Kaupunkialueilla ajoradan standardi ja leveys valitaan tien välityskyvyn (ajon/h) perusteella. Kaupunkialueiden teiden suunnittelun lähtökohdaksi onkin määritelty ohjearvot erityyppisten teiden välityskyvylle (taulukot 30 ja 31). Ohjearvoja voidaan hyödyntää myös teiden parantamistoimenpiteitä suunniteltaessa. Ohjearvot on tarkoitettu helpottamaan suunnittelijoiden työtä päätettäessä, mikä standardi todennäköisesti tarjoaa hyväksyttävän palvelutason, kun toimitaan lähellä välityskykyrajaa. Ohjearvot koskevat vain teiden linjaosuuksia. Suunnittelu ei saa perustua pelkästään huipputunnin liikennekysyntään. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon myös kustannukset ja ympäristövaikutukset. (DMRB 1999.)

Moottoriteillä välityskyvyn määräävänä tekijänä on ajoradan leveys. Muilla teillä myös nopeusrajoitus, liittymätiheys, pysäköinti, suojatiet ja bussipysäkit vaikuttavat välityskykyyn. Välityskyvyllä tarkoitetaan tällöin suurinta vakaata tuntiliikennemäärää suotuisissa tie- ja liikenneolosuhteissa. Raskaiden ajoneuvojen osuus ei saa ylittää 15 %, ja jos osuus on suurempi, tulee tehdä korjauksia. Tieosan kaltevuus ei saa ylittää 5–6 %. Suurempi kaltevuus vähentää välityskykyä. (DMRB 1999.)

Taulukko 30. Välityskyky kaupunkialueiden kaksisuuntaisilla teillä, tuntiliikennemäärä/suunta (DMRB 1999).

Yksiajoratainen kaksisuuntainen Vilkkaimman suunnan liikennemäärä tunnissa (Suuntajakauma 60/40)											Kaksiajoratainen			
Kaistojen kokonaismäärä											Kaistamäärä/suunta			
2											2			
2–3											3			
3											4			
3–4											4+			
4														
4+														
Ajoradan leveys [m]	6,1	6,75	7,3	9,0	10,0	12,3	13,5	14,6	18,0		6,75	7,3	11,0	14,6
Tietyyppi	UM	ei käyttökelpoinen										4000	5600	7200
	UAP1	1020	1320	1590	1860	2010	2550	2800	3050	3300	3350	3600	5200	*
	UAP2	1020	1260	1470	1550	1650	1700	1900	2100	2700	2950	3200	4800	*
	UAP3	900	1110	1300	1530	1620	*	*	*	*	2300	2600	3300	*
	UAP4	750	900	1140	1320	1410	*	*	*	*	*	*	*	*

UM kaupunkimoottoritie

UAP tavallinen kaupunkitie, 1 on standardiltaan korkein

* välityskykyä ei ilmoiteta, koska tien leveys ei ole tietyyppille sopiva tai kun kyseisestä tilanteesta ei ole olemassa riittävästi esimerkkejä

Taulukko 31. Välityskyky kaupunkialueiden yksisuuntaisilla teillä, tuntiliikennemäärä (DMRB 1999).

Kaistamäärä		2 kaistaa			2–3 kaistaa		3 kaistaa
Ajouradan leveys [m]		6,1	6,75	7,3	9,0	10,0	11,0
Tietyyppi	UAP1		2950	3250	3950	4450	4800
	UAP2	1800	2000	2200	2850	3250	3550

Liittymät

Valo-ohjauksettomien liittymien suunnittelussa ja toiminnallisissa tarkasteluissa välityskyvyn riittävyttä arvioitaessa mittarina käytetään *käytösuhdetta* eli mitoitusliikennemäärän suhdetta välityskykyyn (RFC, Ratio of Flow to Capacity). Suunnittelussa tulee pyrkiä siihen, että käytösuhde ei millään kaistalla olisi yli 0,85. Paikoissa, joissa tila ei ole rajoitettu tai joissa tien mitoitusnopeus on vähintään 100 km/h, tulisi kuitenkin pyrkiä käytösuhteeseen 0,75. (DMRB 1995, O'Flaherty 1997.)

Mitoittava liikennetilanne riippuu tien toiminnallisesta luonteesta. Vapaa-ajan liikenteen teillä liittymätarkasteluissa käytetään yleensä mitoitusvuoden 200. vilkkaimman tunnin liikennemäärää, kaupunkienvälisillä teillä 50. vilkkaimman tunnin liikennemäärää ja kaupunkialueiden teillä 30. vilkkaimman tunnin liikennemäärää. (O'Flaherty 1997.)

Valo-ohjauksettomissa liittymissä sivuvirran välityskyky lasketaan mallilla, jossa muuttujina ovat päävirtojen liikennemäärät, kaistojen keskimääräiset leveydet, kääntymisnäkemät jne. Liikennemäärät ilmoitetaan henkilöautoyksikköinä. Välityskyymallit perustuvat empiirisiin tutkimuksiin ja lineaariseen regressioanalyysiin (DMRB 1995, O'Flaherty 1997, Luttinen ym. 2005).

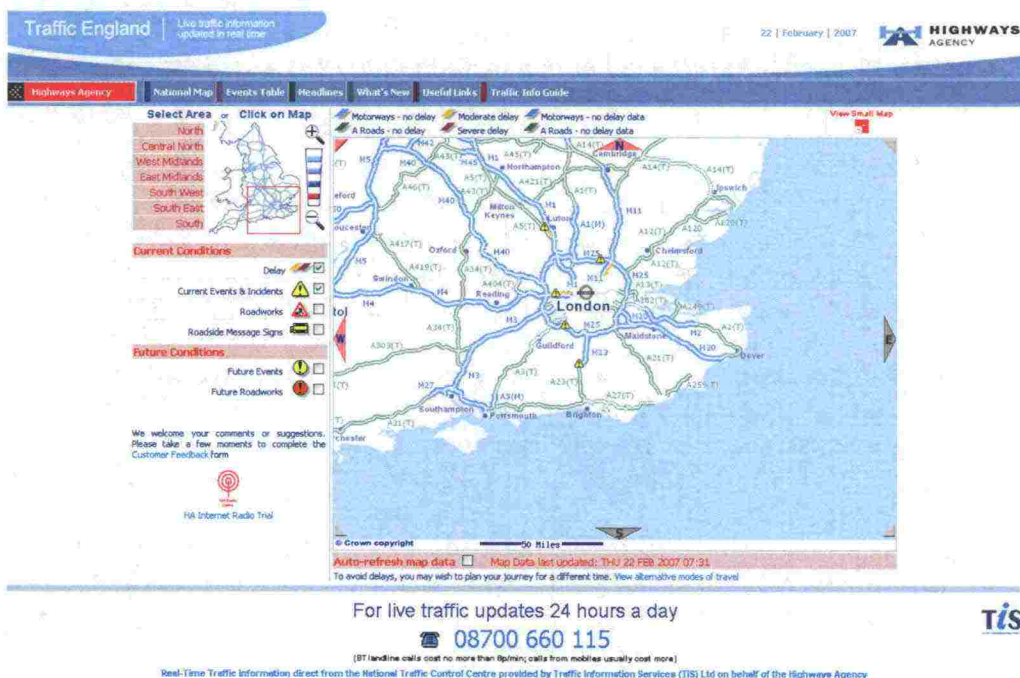
Myös valo-ohjauksisissa liittymissä välityskyvyn arviointi perustuu englannissa tehtyihin empiirisiin tutkimuksiin ja niiden perusteella kehitettyihin malleihin. Esimerkiksi suoraan ajavan liikenteen kaistan ominaisvälityskyky on noin 2 080 ha/h (ei reunakaista) tai 1 940 ha/h (reunakaista). Arvoa korjataan liittymägeometriasta aiheutuvilla korjaustermeillä (kaistaleveys, kaltevuus, kaistan sijainti, jne.). Jos kaistalla on kääntyvää liikennettä, myös se alentaa ominaisvälityskykyä. Välityskyky saadaan tehollisen vihreän ajan osuuden ja ominaisvälityskyvyn tulona. Käytännöllinen välityskyky on 90 % välityskyvystä. (Slinn ym. 1998, O'Flaherty 1997.)

Liittymien toiminnalliset tarkastelut tehdään käytännössä yleensä tietokoneohjelmistoilla, kuten ARCADY (kiertoliittymät), PICADY (valo-ohjauksettomat liittymät) ja OSCADY (valo-ohjauksiset liittymät), jotka perustuvat Transport Research Laboratoryn (TRL) tutkimuksiin. Ohjelmien avulla voidaan arvioida liittymien välityskykyä, jononpituuksia, viivytyksiä ja myös onnettomuusmääriä. Tarkastelut tehdään ruuhka-ajan liikenteelle. Jononpituuksien ja viivytysten laskenta perustuu ajasta riippuvaan jonoteoriaan. Myös liittymägeometriasta johtuva geometrinen viive otetaan huomioon. Lähtötietoina ohjelmat tarvitsevat vähintään liikennemäärät, liittymägeometriadot ja valo-ohjauksen osalta minimivihreät. (Slinn ym. 1998., TRL 2007, DMRB 1992). Englannissa valo-ohjauksisten liittymien tarkasteluissa käytetään myös LINSIG-ohjelmaa (JCT 2007, Slinn ym. 1998).

9.3 Liikennetiedotus

Englannissa päätieverkon liikennetiedotuksesta vastaa The Highways Agency, joka on liikenneministeriön (Department for Transportation) alainen virasto ja vastaa Englannin päätieverkon ylläpidosta ja kehittämisestä. Liikennetiedot saadaan kansalliselta liikenteenohjauskeskukselta (The National Traffic Control Centre).

Liikennetiedotusta varten on perustettu Internetsivusto www.traffic-england.com. Sivustolla annetaan tietoa Englannin moottoriteiden ja A-teiden liikennetilanteesta ajantasaisesti interaktiivisen kartan avulla (kuva 15). Kartalla esitetään mm. liikenteen viivytykset kolmiportaisella asteikolla eri väreillä: ei viivytystä, kohtalaisia viivytyksiä, pahoja viivytyksiä (+ ei viivytystietoja saatavilla). Viivytysten värikoodit perustuvat matka-aikamittauksiin tieverkolta ja kertovat kulloisenkin viivytyksen suhteessa vapaisiin ajo-olosuhteisiin kyseisellä tieosuudella. Sivustolta saa myös tietoa yksittäisten tapahtumien aiheuttamista viivytyksistä. Tietoja saa myös puhelimitse. Suurimmilta kaupunkiseuduilta on saatavissa myös ajantasaista keskinopeustietoa, joka esitetään numerotietojen lisäksi myös kartalla värikoodein kolmiportaisella asteikolla.



Kuva 15. Englannin liikennetilannetiedotuspalvelu Internetissä.

10 PÄÄTELMIÄ

Tarkasteltujen Euroopan maiden välillä on paljon yhteneväisyyksiä, mutta myös hyvin merkittäviä eroja tieliikenteen palvelutason määrittämisessä ja hyödyntämisessä. Suomessa, Norjassa, Saksassa ja Sveitsissä käytetään HCM:n mukaisesti kuutta palvelutasoluokkaa (A–F). Ruotsissa luokkia on kolme (hyvä, vähemmän hyvä ja matala). Tanskassa, Alankomaissa ja Englannissa liikenteen sujuvuutta kuvataan mittareilla ilman palvelutasoluokittelua. Myös HCM:n mukaista palvelutasoluokitusta hyödyntävissä maissa palvelutasomittareilla on yleensä keskeisempi rooli kuin varsinaisilla palvelutasoluokilla. Missään tarkastellussa maassa palvelutasoluokituksella ei ole samanlaista merkitystä kuin HCM:n kotimaassa, Yhdysvalloissa.

Palvelutasoa tai liikenteen sujuvuutta kuvaavien mittareiden osalta osa maista hyödyntää HCM:n mittareita. Suurella osalla maista on kuitenkin omat mittarinsa. Englannissa suunnitteluohjeet perustuvat nk. käytännölliseen välityskykyyn, joka oli lähtökohtana myös HCM:n ensimmäisessä laitoksessa vuodelta 1950. Alankomaissa keskeisiä mittareita ovat matka-ajat, viivytykset ja niiden ennustettavuus. Ruotsissa tärkein mittari on käytösuhde ja teiden linjaosuuksilla myös matkanopeus. Käytäntö seuraa siten vuoden 1965 HCM:n periaatteita. Myös Tanskassa teiden linja-osuuksien sujuvuutta arvioidaan käytösuhteen ja keskimääräisen matkanopeuden avulla. Liittymien osalta tarkastellaan kuitenkin viivytyksiä. Saksassa moottoriteiden palvelutasomittarina on käytösuhde. Kaksikaistaisilla teillä tarkastellaan liikennetiheyttä ja liittymissä keskimääräistä viivytystä. Sveitsissä lähestymistapa on samanlainen kuin Saksassa, mutta kaksikaistaisien teiden palvelutasomittaria ei ole vielä määritetty. Valo-ohjauksisten liittymien osalta on tarkoitus siirtyä käyttämään käytösuhteen sijaan viivytystä. Norjassa keskeiset palvelutasokriteerit ovat linjaosuuksilla matkanopeus ja liittymissä viivytykset. Suomessa käytetään HCM2000:n mukaisia palvelutasomittareita eli monikaistaisilla teillä liikennetiheyttä, kaksikaistaisilla teillä matkanopeutta sekä seuranta-aikaosuutta/jonoprosenttia ja liittymissä ohjausviivettä. Sekä Suomessa että Saksassa tarkastellaan kaksikaistaisilla teillä – HCM2000:sta poiketen – henkilöautojen nopeuksia, jolloin kuorma-autojen alhaisemmat tavoitenopeudet eivät vääristä palvelutasomittaria. – Useissa maissa, Suomi mukaan lukien, suuntana on palvelutason tarkastelu vuositasona, ei ainoastaan mitoitustilanteessa.

Vuodesta 1985 lähtien HCM:ssä on pyritty korvamaan insinöörin näkökulmaa käyttäjän näkökulmalla palvelutasomittareiden määrittämisessä. Niinpä mm. käytösuhdetta ei enää käytetä HCM:n palvelutasomittarina. Toisaalta matkanopeus on tärkeä suure sekä liikkujan että liikennetaloudellisten laskelmien näkökulmasta. HCM2000 tarjoaakin aina menetelmän nopeuteen tai viivytyksiin perustuvan suureen laskentaan – silloinkin, kun kyseinen suure ei ole varsinainen palvelutasomittari. Erityisesti teiden linjaosuuksilla, kaupunkialueita lukuunottamatta, nopeustaso alkaa laskea merkittävästi vasta lähestyttäessä välityskykyä. Näin ollen matkanopeus soveltuu harvoin kuusitasoisen palvelutasoluokituksen mittariksi. Kaksikaistaisilla teillä seuranta-aikaosuus ja jonoprosentti kuvaavat jonossa ajamisesta aiheutuvaa harmia paremmin kuin Saksassa käytetty liikennetiheys, joka soveltuu paremmin monikaistaisille teille.

Vertailun perusteella voidaan todeta, että Suomessa käytetyt palvelutasomittarit ovat perusteltuja. Puutteet eivät niinkään liity palvelutasomittareihin vaan riittävään empiiriseen tietopohjaan mallien kalibroinnissa. Alankomaiden mallin mukaisesti Suomessa olisi kuitenkin tarpeen kehittää menetelmiä matka-ajan ja viivytysten ennustettavuuden arviointiin.

Suomalaiset laskentamenetelmät perustuvat ennen kaikkea HCM2000:een. Jonkin verran on hyödynnetty myös ruotsalaisia tutkimustuloksia. Vertailluista maista Englanti ja Saksa käyttävät merkittävästi näistä poikkeavia menetelmiä. Englannissa hyödynnetään erityisesti 1970 ja 80-luvuilla tehtyjä liittymien toimivuutta kuvaavia tutkimuksia. Valo-ohjauksettomien liittymien (ml. kiertoliittymät) välityskyky arvioidaan lineaariseen regressioanalyysiin perustuvien mallien avulla, kun muissa vertailluissa maissa käytetään HCM2000:n tavoin kriittiseen aikaväliin perustuvia malleja, jonka teoria on pitkälti kehitetty Saksassa ja Australiassa. Suomessa käytettävissä olevan aineiston avulla ei ole mahdollista laatia samankaltaisia regressiomalleja kuin Englannissa, joten kriittiseen aikaväliin perustuvan mallin käyttö on sikälikin perusteltua. – Englannissa on kuitenkin kehitetty menetelmä, jonka avulla voidaan arvioida lyhytaikaisen ruuhkautumisen aiheuttamia viipeitä sekä valo-ohjauksisissa että -ohjauksettomissa liittymissä. Tätä menetelmää hyödynnetään niin HCM2000:ssa kuin Suomessakin.

Teiden linjaosuuksien osalta saksalaiset mallit perustuvat laajoihin kenttätutkimuksiin. Liikennevirran perusominaisuudet saksalaisilla teillä poikkeavat kuitenkin niin suuresti suomalaisista teistä, että saksalaisten mallien hyödyntäminen ei vaikuta tarkoituksenmukaiselta.

Uusi tutkimussuunta, jota on toteutettu mm. Saksassa ja Alankomaissa, tarkastelee välityskykyä stokastisena (satunnaisena) suurena. Tämä näkökulma on yhdistetty palvelutasomittareiden koko vuoden kattaviin tarkasteluihin. Näin voidaan paremmin mallintaa koko vuoden aikana ruuhkautumisista aiheutuvia viipeitä ja matka-aikojen ennustettavuutta. Koska myös Suomessa matka-aikojen ennustettavuuden merkitystä on korostettu aiempaa enemmän, voidaan suositella, että myös Suomessa käynnistetään tutkimuksia, joilla selvitetään ruuhkautumisen satunnaisvaihtelua ja sen vaikutusta vuotuisiin viipeisiin ja matka-aikojen ennustettavuuteen.

11 LÄHDELUETTELO

Aagaardh P., Anlæg C. B. (1997). Danish capacity models. Teoksessa: NORDKAP, Sammandrag av seminarium på Grandhotel I Lund, Sverige 2–3 juni 1997, University of Lund, Lund Institute of Technology, Department of Traffic Planning and Engineering, Bulletin 156. 17 s.

Aakre A. (1997). Norwegian Methods for Calculation of Capacity and Level of Service at Intersections. Teoksessa: NORDKAP, Sammandrag av seminarium på Grandhotel I Lund, Sverige 2–3 juni 1997, University of Lund, Lund Institute of Technology, Department of Traffic Planning and Engineering, Bulletin 156. 17 s.

ASTRA (2006). Verkehrsentwicklung und Verfügbarkeit der Nationalstrassen, Jahresbericht 2005. Bundesamt für Strassen ASTRA. 23 s.
<http://www.astra.admin.ch/dokumentation/00119/00216/index.html?lang=de&download=NHZLpZig7t,lnp6lONTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCDdIR2gmym162dpYbUzd,Gpd6emK2Oz9aGodetmqaN19XI2ldvoaCVZ,s-> (Haettu 15.3.2007)

AVV (2002). Capaciteitswaarden Infrastructuur Autosnelwegen, handboek versie 2, September 2002. Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Ministerie van Verkeer en Waterstaat. 71 s.

Axhausen K. W. (2007). Sähköpostikeskustelu 28.2.2007. Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT, ETH Zürich.

Bernard M. (2005). New Design Concepts for Transport Infrastructures. Conference paper STRC 2005, 5th Swiss Transport Research Conference, Monte Verità/Ascona, March 9–11, 2005. 22 s.
<https://www.ivt.ethz.ch/vpl/publications/reports/index/edit/ab275.pdf> (Haettu 15.3.2007)

Bernard M. (2007). Sähköpostikeskustelu 1.3.2007. Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT, ETH Zürich.

Bernard M., Axhausen K. W. (2007). A Highway Design Concept based on Probabilistic Operational Reliability. Muistio. 26 s.

DMRB (1992). Capacities, Queues, Delays, and Accidents at Road Junctions Computer Programs ARCADY/3 and PICADY/3 (TRRL). Design Manual for Roads and Bridges. TA 44/92. The Highways Agency, The Scottish Office Development Department, The Welsh Office Y Swyddfa Gymreig, The Department of Environment for Northern Ireland.
<http://www.standardsforhighways.co.uk/dmrb/vol5/section1/ta4492.pdf> (Haettu 15.3.2007)

DMRB (1995). Geometric Design of Major/Minor Priority Junctions. Design Manual for Roads and Bridges. TA 42/95. The Highways Agency, The Scottish Office Development Department, The Welsh Office Y Swyddfa Gymreig, The Department of Environment for Northern Ireland.
<http://www.standardsforhighways.co.uk/dmrb/vol6/section2/td4295.pdf> (Haettu 28.3.2007)

DMRB (1997). Traffic Flow Ranges for Use in the Assessment of New Rural Roads. Design Manual for Roads and Bridges. TA 46/97. The Highways Agency, The Scottish Office Development Department, The Welsh Office Y Swyddfa Gymreig, The Department of Environment for Northern Ireland. <http://www.standardsforhighways.co.uk/dmr/vol5/section1/ta4697.pdf> (Haettu 15.3.2007)

DMRB (1999). Traffic Capacity of Urban Roads. Design Manual for Roads and Bridges. TA 79/99. The Highways Agency, The Scottish Office Development Department, The Welsh Office Y Swyddfa Gymreig, The Department of Environment for Northern Ireland. <http://www.standardsforhighways.co.uk/dmr/vol5/section1/ta7999.pdf> (Haettu 15.3.2007)

Estel A. (2007). Sähköpostikeskustelu 21.3.2007. Ruhr-Universität Bochum.

FGSV (2001). Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS2001). Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. Köln.

Forsblom M., Horppila H., Männistö V. (2006). Päivittäisen tieliikenteen koettu palvelutaso. Tiehallinnon selvityksiä 36/2006. Helsinki. 65 s. + liitt. 14 s. http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf/3201012-vpaivittaisen_tieliikente.pdf (Haettu 17.4.2007)

Haugen T. (2005). Evaluation of Travel Time Information System. SINTEF Technology and Society, Transport Safety and Informatics. Trondheim. 13 s. http://www.sintef.no/upload/SystemEvaluation_Paper.pdf (Haettu 15.4.2007)

Hvid E. (2002). Projekt Trængsel. NORDKAP 2006 -seminaarin esittelykalvot. COWI.

JCT (2007). LINSIG Version Two. A Traffic Signal Design Tool for Isolated Junctions and Small Networks. JCT Consultancy Limited. <http://www.jctconsultancy.co.uk/Software/LINSIG/LINSIGV2/LINSIGV2.htm> (Haettu 27.3.2007)

Kangas (2006). Autojen nopeudet pääteillä vuonna 2005. Tiehallinnon selvityksiä 21/2006. Helsinki. 39 s. + liitt. 59 s. <http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf/3200997-v-nopeusraportti2005.pdf> (Haettu 17.4.2007)

Kjemtrup K. (2006). NORDKAP Seminar om serviceniveau og fremkomme- lighed. NORDKAP 2006 -seminaarin esittelykalvot. Vejdirektoratets Vejstandardsafdeling.

Kjemtrup K. (2007). Sähköpostikeskustelu 26.3.2007. Vejdirektoratets Vejs- standardafdeling.

Koy T. (2007). Sähköpostikeskustelu 8.3.2007. Rapp Trans AG.

Liikenne 2030 johtoryhmä (2006). Liikenne 2030, Liikenteen palvelutason nykytila – miten arjen matkat ja kuljetukset toimivat. Muistio keskustelun pohjaksi. 23.3.2006. <http://www.mintc.fi/oliver/upl254-Palvelutason%20nyky- tila.pdf> (Haettu 15.3.2007)

- Liikenne- ja viestintäministeriö (2007). Liikenne 2030, Suuret haasteet, uudet linjat. Ohjelmia ja strategioita 1/2007. Helsinki. 41 s.
<http://www.lvm.fi/oliver/upl631-Liikenne2030.pdf> (Haettu 13.4.2007)
- Luttinen R. T. (2001). Capacity and Level of Service on Finnish Two-Lane Highways. Finnra reports 18/2001. Helsinki. 243 s.
- Luttinen R. T. (2004). Capacity and Level of Service at Finnish Unsignalized Intersections. Finnra reports 1/2004. Helsinki. 210 s.
- Luttinen R. T., Nevala R. (2002). Capacity and Level of Service of Finnish Signalized Intersections. Finnra Reports 25/2002. Helsinki. 160 s.
- Luttinen R. T., Pursula M., Innamaa S. (2005). Liikennevirran ominaisuudet. Teknillinen korkeakoulu, Liikennetekniikka, Opetusmoniste 15. Espoo. 348 s.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2005). Mobility Policy Document, Towards reliable and predictable accessibility, Part III, government Position. 160 s.
http://www.verkeerenwaterstaat.nl/Images/PKB%20deel%203_eng_tcm195-169685.pdf (Haettu 16.3.2007)
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat (2004). Traffic in the Netherlands, key figures, Edition 2004. 37 s.
<http://www.rws-avv.nl/pls/portal30/docs/11297.PDF> (Haettu 15.3.2007)
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat (2007). Nieuwe Ontwerprichtlijn van Autosnelwegen. Rotterdam. 198 s.
<http://www.verkeerenwaterstaat.nl/kennisplein/uploaded/AVV/200612/342726/NOA2007.pdf> (Haettu 23.3.2007)
- Nevala R., Niittymäki J., Rautio J., Penttinen M., Rämä P. (2003). Liikenteen palvelutason määritelmiä, tekijöitä ja mittareita. Esiselvitys. Tiehallinnon selvityksiä 42/2003. 62 s. + liitt. 11 s.
- NORDKAP-seminaari (2006). Nordisk seminar om serviceniveau og fremkommelighed, den 4.-5. september 2006, København. Seminaariaineistot, CD-ROM.
- O'Flaherty C.A. (ed.)(1997). Transport Planning and Traffic Engineering. Arnold, Lontoo. 544 s.
- RIL (2005). Luku 8.1, Liikennevirta ja välityskyky. Kirjoittajina: Prokkola R., Luttinen R. T., Ristikartano J., Velhonoja P. Teoksessa: RIL 165-1 Liikenne ja väylät I. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry, Helsinki. s. 347-379.
- Ristikartano J., Ristikartano, M. (2007). Uusien tietyyppien liikenteellisten palvelutasomallien tarkistaminen. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 10/2007. Helsinki. 31 s.
- Slinn M., Matthews P., Guest P. (1998). Traffic Engineering Design. Principles and Practice. Arnold, Lontoo. 208 s.

Statens vegvesen (1985). Kapasitet i kryss. Beregningsmetoder for ikke signalregulerte kryss. Veiledning, håndbok-127. Oslo. 52 s.

Statens vegvesen (1990). Kapasitet på vegstreknings. Veiledning, Håndbok-159. 60 s.

Statens vegvesen (1992). Veg-och gateutforming. Håndbok-017. Oslo.
<http://www.vegvesen.no/vegnormaler/hb/017/index.htm> (Haettu 17.4.2007)

Statens vägverk (1977). Beräkning av kapacitet, kölängd, fördröjning i vägtrafikanläggningar. TV 131. Borlänge.

Stembord H. L. (1991). Quality of service on the main road network in the Netherlands. Teoksessa: Highway Capacity and Level of Service – Proceedings of the International Symposium on Highway Capacity. Brannolte U. (toim.) A.A. Balkema, Rotterdam. s. 357–365.

Strömgren P. (2006). NORDKAP 2006 -seminaarin esittelykalvot. Vägverket.

Strömgren P. (2007). Sähköpostikeskustelu 25.1.2007. Vägverket.

Sørensen H. (2006). Serviceniveau og fremkommelighed. NORDKAP 2006 -seminaarin esittelykalvot. Vejdirektoratet.

Tiehallinto (2003). IVAR-ohjelmiston käyttöopas. Suunnitteluvaiheen ohjaus. Helsinki. 80 s. + liitt. 9 s.

Tiehallinto (2005). Liikennevalojen suunnittelu, LIVASU. Suunnitteluvaiheen ohjaus. Helsinki. 216 s.

http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100040-v-05liik_valoj_suunn_liva.pdf
(Haettu 17.4.2007)

van Toorenburg J. A. C. (1991). Performance of motorways and trunk routes at high traffic volumes. Teoksessa: Highway Capacity and Level of Service – Proceedings of the International Symposium on Highway Capacity. Brannolte U. (toim.) A.A. Balkema, Rotterdam. s. 413–418.

Trafikministeriet (2004). Projekt Trængsel. 51705 Hovedrapport. April 2004. 146 s. <http://trafikinfo.hur.dk/D83B0564-69C6-462B-86AC-BD9A107AE7F8>
(Haettu 15.3.2007)

TRB (2000). Highway Capacity Manual (HCM2000), metric units. Transportation Research Board. Washington D.C.

Trivector (2005). Capcal 3.2, Användarhandledning. 46 s.
<http://www.trivector.se/pdf/capswe.pdf> (Haettu 15.3.2007)

TRL (2007). Junction Design. ARCADY, PICADY, OSCADY PRO and OSCADY Classic junction design tools. TRL Transport Research Laboratory.
<http://www.trlsoftware.co.uk/products/products.asp?c=1&pid=15>
(Haettu 27.3.2007)

TU Graz (2004). Vorlesung aus Verkehrsplanung, H-HBS Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (D). Luentokalvoja. Werner Göböl, Institut für Straßen- und Verkehrswesen, TU Graz.

<http://www.isv.tugraz.at/lehre/lehrveranst/verkehrspl/Vorlesung/VP-H%20HBS.pdf> (Haettu 15.3.2007)

Tveit Ø. (2006). Fremkommelighet – mål og metoder. NORDKAP 2006 -seminarin esittelykalvot. SINTEF, Transportsikkerhet og -informatikk.

Viasuisse (2007). Viasuissen Internet-sivut www.viasuisse.ch. (Haettu 8.3.2007).

Vejdirektoratet (1999b). Kapacitet og serviceniveau: Baggrund og dokumentation. Vejregelforslag. 42 s.

http://webapp.vd.dk/vejregler/pdf/VR01_F_Dankap_baggrund_050301_LDA.pdf (Haettu 15.3.2007)

Vejdirektoratet (2004). Vej- och trafikteknisk ordbog.

http://webapp.vd.dk/vejregler/pdf/VR00_G_Ordbog_050301_SF1.pdf (Haettu 15.3.2007)

Vejdirektoratet (2005). Kapasitet og serviceniveau. Vejregelforslag. 181 s.

http://webapp.vd.dk/vejregler/pdf/VR01_F_Kapasitet-Serviceniveau_2-udgave_051230_HCD.pdf (Haettu 15.3.2007)

Vejdirektoratet (2006). Statsvejnettet – Oversigt over tilstand og udvikling. Rapport nr. 314, 2006. 84 s.

<http://www.vejdirektoratet.dk/publikationer/VDrapp314/pdf/SV2005-indhold.pdf> (Haettu 15.3.2007)

Velhonoja P. (2006). NORDKAP 2006 -seminarin esittelykalvot. Tiehallinto.

VSS (1998). SN 640017a, Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit; Grundlagenorm. Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute.

VSS (1999a). SN 640019, Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit; Einfahrten in Hochleistungsstrassen. Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute. Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute.

VSS (1999b). SN 640020, Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit; Hauptverkehrs- und Verbindungsstrassen. Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute.

VSS (1999c). SN 640022, Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit; Knoten ohne Lichtsignalanlagen. Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute.

VSS (2000). SN 640023, Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit; Knoten mit Lichtsignalanlagen. Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute.

VSS (2006a). SN 640018a Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit; Freie Strecken auf Autobahnen. Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute.

VSS (2006b). SN 640024a, Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit; Knoten mit Kreisverkehr. Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute.

Vägverket (2001). Nybyggnad och förbättring.Handledning. Effektsamband 2000. Publikation 2001:80. Borlänge. 266 s.

http://www.vv.se/filer/publikationer/nybyggnad_och_forbattring_handledning.zip (Haettu 15.3.2007)

Vägverket Konsult (2005). Hastigheter och tidluckor 2004. Resultatrapport. Publikation 2005:2. Vägverket, Konsult Väg och Trafik, Borlänge.

<http://www.vv.se/filer/20962/Totalrapport2004.pdf> (Haettu 15.3.2007)

Vägverket, Svenska Kommunförbundet (2004a). Vägars och gators utformning, Dimensioneringsgrunder. Utdrag ur: VV Publikation 2004:80. Borlänge. 40 s.

<http://www.vv.se/filer/publikationer/DIMENSIONERINGSGRUNDER.pdf> (Haettu 15.3.2007)

Vägverket, Svenska Kommunförbundet (2004b). Vägars och gators utformning, Korsningar. Utdrag ur: VV Publikation 2004:80. Borlänge. 93 s.

<http://www.vv.se/Filer/Publikationer/KORSNINGAR.pdf> (Haettu 15.3.2007)

Wahl R., Tveit. Ø, Haugen T. (2006). Fremkommelighet – mål og metoder. Rapport STF50 A06034 – Åpen. SINTEF Teknologi of samfunn, Transport-sikkerhet og –informatik. Mars 2006. 63 s.

http://www.sintef.no/upload/Teknologi_og_samfunn/Veg%20og%20samferdsel/A06034_Fremkommelighet-m%C3%A5l%20og%20metoder.pdf

(Haettu 15.3.2007)

Wærsted K. (2006). Servicenivå og fremkommelighet i Norge. NORDKAP 2006 -seminarin esittelykalvot. Vegdirektoratet.

YTV (2006). Ajoneuvoliikenteen matkanopeudet 2005. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 2006:19. YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta, Helsinki. 60 s.

http://www.ytv.fi/FIN/seutu_ymparistotietoja/liikkuminen/tutkimukset/julkaisut/2006/matkanopeudet2005_B_2006_19.htm (Haettu 17.4.2007)

ISSN 1457-9871
ISBN 978-951-803-996-2
TIEH 3201080